



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM KLASIFIKASI MUTU DAN ESTIMASI
HARGA BIJI KAKAO BERBASIS LOGIKA FUZZY MENGGUNAKAN
SENSOR BERAT DAN ANALISIS CITRA DIGITAL**

Sub Judul:

Analisis Citra Digital untuk Penghitungan Jumlah dan Deteksi Cacat Biji Kakao
Menggunakan Model YOLOv8m-seg pada Raspberry Pi

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

SKRIPSI

Doufan Agmarila Fitcor

2203431022

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



RANCANG BANGUN SISTEM KLASIFIKASI MUTU DAN ESTIMASI HARGA BIJI KAKAO BERBASIS LOGIKA FUZZY MENGGUNAKAN SENSOR BERAT DAN ANALISIS CITRA DIGITAL

Sub Judul:

Analisis Citra Digital untuk Penghitungan Jumlah dan Deteksi Cacat Biji Kakao
Menggunakan Model YOLOv8m-seg pada Raspberry Pi

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Terapan

Doufan Agmarila Fitcor

2203431022

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir/Skripsi/Tesis* ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Doufan Agmarila Fitcor

NIM : 2203431022

Tanda Tangan :

Tanggal : 24 Juni 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh

Nama : Doufan Agmarila Fitcor
Nomor Induk Mahasiswa : 2203431022
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri
Judul Tugas Akhir : Analisis Citra Digital untuk Penghitungan Jumlah dan Deteksi Cacat Biji Kakao Menggunakan Model YOLOv8m-seg pada Raspberry Pi

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 24 Juni 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

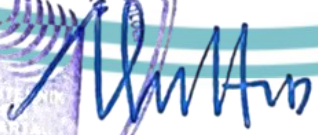
Pembimbing 1 : Rizdam Firly M., S.Pd., M.T.
NIP. 199311082024061001

()

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**
Depok, 15 Juli 2026
Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro




Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Terapan. Skripsi ini berjudul **“Analisis Citra Digital untuk Penghitungan Jumlah dan Deteksi Cacat Biji Kakao Menggunakan Model YOLOv8m-seg pada Raspberry Pi”**. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Ibu Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng. selaku Kepala Program Studi D-4 Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Rizdam Firly M., S.Pd., M.T, selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikirannya dalam penyelesaian dan penyusunan Tugas Akhir;
4. Yurixa Sakhinatul Putri, S.Si., M.T, selaku Dosen yang telah memberikan masukan, wawasan, serta bantuan dalam penyelesaian berbagai permasalahan selama pelaksanaan Tugas Akhir;
5. Arfiansyah Putra, selaku rekan kelompok Tugas Akhir yang telah bekerja sama dengan sangat baik, dan berjuang bersama dari awal hingga alat ini dapat berfungsi;
6. Papa Teri Riantoni, Mama Fitmawati K, S.Pd, dan Abang Rifala Fernando Fitcor, S.Sn. serta keluarga besar yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
7. Seluruh teman-teman saya yang telah memberikan doa, dukungan, serta motivasi;

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

Depok, 17 Juni 2026

Doufan Agmarila Fitcor



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analisis Citra Digital untuk Penghitungan Jumlah dan Deteksi Cacat Biji Kakao Menggunakan Model YOLOv8m-seg pada Raspberry Pi

Abstrak

Proses sortasi dan penentuan mutu biji kakao di Indonesia masih dilakukan secara manual melalui inspeksi visual, sehingga rentan terhadap subjektivitas, kelelahan operator, dan kesalahan penghitungan pada kondisi biji yang saling berhimpit. Penelitian ini mengembangkan sistem analisis citra digital berbasis Raspberry Pi yang mengintegrasikan model YOLOv8m-seg berbasis instance segmentation untuk mendeteksi, mengklasifikasikan, dan menghitung biji kakao secara otomatis sesuai standar SNI 2323:2008. Sistem menggunakan Raspberry Pi Camera Module sebagai akuisisi citra dan Raspberry Pi 4 Model B sebagai unit pemrosesan. Model YOLOv8m-seg menerapkan instance segmentation untuk memisahkan dan mendeteksi setiap biji kakao secara individual meskipun saling berhimpit, kemudian mengklasifikasikannya ke dalam empat kategori: kakao bagus, cacat hitam, cacat fisik, dan biji berjamur. Dataset dikumpulkan secara mandiri sebanyak 405 citra asli yang ditingkatkan menjadi 971 citra melalui augmentasi dengan rasio 87:9:4 untuk pelatihan, validasi, dan pengujian. Model dilatih selama 100 epoch menggunakan optimizer AdamW dengan learning rate 0,001. Evaluasi menggunakan metrik precision, recall, F1-Score, dan mean Average Precision. Hasil pengujian menunjukkan nilai mAP@50 sebesar 0,81 dan F1-Score sebesar 0,79. Pengujian inferensi pada citra dengan 93 objek mencapai Recall sebesar 92,47%. Secara keseluruhan, sistem dinilai efektif sebagai solusi penghitungan dan deteksi cacat biji kakao yang otomatis, cepat, dan lebih objektif dibandingkan inspeksi manual.

Kata Kunci: Analisis Citra Digital, Biji Kakao, Deteksi Cacat, Instance Segmentation, Raspberry Pi, YOLOv8m-seg.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Digital Image Analysis for Counting and Detecting Defects in Cocoa Beans Using YOLOv8m-seg on a Raspberry Pi

Abstract

The sorting and quality grading of cocoa beans in Indonesia is still performed through manual visual inspection, making it susceptible to subjectivity, operator fatigue, and miscounting errors under overlapping conditions. This study develops a digital image analysis system based on Raspberry Pi, integrating the YOLOv8m-seg model with instance segmentation to automatically detect, classify, and count cocoa beans in accordance with SNI 2323:2008. The system uses a Raspberry Pi Camera Module for image acquisition and a Raspberry Pi 4 Model B as the processing unit. The YOLOv8m-seg model applies instance segmentation to detect each cocoa bean individually under overlapping conditions, then classifies them into four categories: good cocoa, black defect, physical defect, and moldy beans. The dataset comprises 405 original images augmented to 971, split at 87:9:4 for training, validation, and testing. The model was trained for 100 epochs using AdamW with a learning rate of 0.001. Evaluation used precision, recall, F1-Score, and mean Average Precision. Results show an mAP@50 of 0.81 and F1-Score of 0.79. Inference testing on a high-density image with 93 objects achieved a recall of 92.47%. The system is effective as an automated, fast, and objective solution for cocoa bean counting and defect detection over manual inspection.

Key words: *Cocoa Beans, Defect Detection, Digital Image Analysis, Instance Segmentation, Raspberry Pi, YOLOv8m-seg.*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR	v
<i>Abstrak</i>	vi
<i>Abstract</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	14
1.1 Latar Belakang.....	14
1.2 Rumusan Masalah	16
1.3 Tujuan Penelitian	16
1.4 Batasan Masalah	17
1.5 Luaran Penelitian	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	18
2.1 <i>State of The Art</i> Penelitian	18
2.2 Tanaman Kakao (<i>Theobroma Cacao L.</i>).....	24
2.2.1 Klasifikasi Tanaman Kakao.....	24
2.2.2 Proses Pascapanen Biji Kakao	25
2.2.3 Standardisasi dan Mutu Biji Kakao.....	26
2.2.4 Penentuan Ukuran Biji (<i>Bean Count</i>).....	27
2.3 <i>Instance Segmentation</i>	28
2.4 Model YOLOv8m-seg.....	30
2.5 <i>Computer Vision</i>	31
2.6 Deep Learning	32
2.7 Roboflow	33
2.8 <i>Confusion Matrix</i>	34
2.9 Bahasa Pemrograman Python	36
2.10 OpenCV.....	37
2.11 <i>Google Collaborative</i> (Google Colab).....	37
2.12 Komponen	38
2.12.1 Raspberry Pi 4 Model B.....	38



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.12.2 Raspberry Pi Camera Module V2	39
2.12.3 ESP8266.....	40
2.12.4 Load Cell dan Modul HX711	41
2.12.5 LCD Touchscreen 7 Inch	41
2.12.6 Power Supply Switching 5V/5A	42
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	44
3.1 Perancangan Alat	44
3.1.1 Deskripsi Alat.....	45
3.1.2 Cara Kerja Alat.....	46
3.1.3 Spesifikasi Alat.....	47
3.1.4 Diagram Blok	52
3.1.5 Deskripsi Sub Sistem	53
3.1.6 Wiring Diagram Subsistem	55
3.2 Realisasi Alat.....	57
3.2.1 Realisasi Rancang Bangun Alat.....	57
3.2.2 Realisasi Model Deteksi dan Klasifikasi Biji Kakao.....	58
3.2.3 Perancangan Perangkat Lunak Inferensi Deteksi Objek.....	73
BAB IV PEMBAHASAN	82
4.1 Hasil Pengujian Model	82
4.1.1 Deskripsi Pengujian	82
4.1.2 Prosedur Pengujian	82
4.1.3 Data Hasil Pengujian Model.....	83
4.1.4 Analisis Data / Evaluasi	84
4.1.5 Analisis Efektivitas Diskriminasi Model Menggunakan <i>Youden's Index</i>	86
4.2 Hasil Inferensi Pengujian Modul Alat Fisik.....	87
4.2.1 Deskripsi Pengujian	87
4.2.2 Prosedur Pengujian	88
4.2.3 Data Hasil Pengujian.....	88
4.2.4 Analisis Data dan Evaluasi.....	89
4.3 Analisis Perbandingan Validasi Model dan Pengujian Langsung (<i>Evaluasi Overfitting</i>)	90
BAB V PENUTUP	94
5.1 Kesimpulan.....	94
5.2 Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	96



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	99
LAMPIRAN	100
Lampiran 1. Kode Program Deteksi dan Analisis Biji Kakao.....	100
Lampiran 2. Dokumentasi Alat.....	103





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan dengan penelitian terdahulu melalui artikel jurnal nasional	18
Tabel 2.2 Syarat Khusus Standar Mutu Biji Kakao.....	27
Tabel 2.3 Kategori Ukuran Biji Kakao.....	28
Tabel 3.1 Spesifikasi Alat	47
Tabel 3.2 Keterangan Gambar Tampilan Depan Alat	57
Tabel 3.3 Keterangan Gambar Tampilan Dalam Alat	58
Tabel 3.4 Spesifikasi Model.....	59
Tabel 3.5 Jumlah Dataset	60
Tabel 3.6 Distribusi Dataset Setelah Augmentasi	63
Tabel 3.7 Distribusi Dataset Setelah Augmentasi per Kelas.....	64
Tabel 3.8 Ringkasan Metrik Evaluasi Akhir Model Baseline YOLOv8n-seg (50 Epochs).....	68
Tabel 3.9 Metrik evaluasi segmentation mask.....	71
Tabel 3.10 Metrik evaluasi segmentation box	71
Tabel 3.11 Hasil evaluasi performa model bagian 1	72
Tabel 3.12 Hasil evaluasi performa model bagian 2	72
Tabel 3.13 Spesifikasi Parameter.....	76
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian	83
Tabel 4.2 Confusion Matrix Hasil Pengamatan Aktual Citra Sampel terhadap Model	84
Tabel 4.3 Analisis Persentase Performa Klasifikasi per Kelas (Manual).....	85
Tabel 4.4 Perbandingan Metrik Performa Validasi Model vs Pengujian Langsung (Live Testing) Modul	91



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-jenis buah kakao.....	25
Gambar 2.2 Tahapan fermentasi biji kakao dan perubahan biokimia yang membentuk cita rasa coklat.	25
Gambar 2.3 <i>Instance Segmentation</i>	30
Gambar 2.4 <i>Computer Vision</i>	32
Gambar 2.5 <i>Deep Learning</i>	33
Gambar 2.6 Roboflow.....	34
Gambar 2.7 <i>Confusion Matrix</i>	35
Gambar 2.8 Bahasa Pemrograman Python	37
Gambar 2.9 Google Colab.....	38
Gambar 2.10 Raspberry Pi Model 4B	39
Gambar 2.11 Raspberry Pi Camera Module V2.....	40
Gambar 2.12 ESP8266.....	40
Gambar 2.13 Load Cell dan Modul HX711.....	41
Gambar 2.14 LCD Touchscreen 7 Inch.....	42
Gambar 2.15 Power Supply Switching 5V/5A	43
Gambar 3.1 Flowchart Alur Pengembangan Sistem.....	44
Gambar 3.2 Flowchart Cara Kerja Alat.....	46
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem	52
Gambar 3.4 Wiring diagram subsistem	55
Gambar 3.5 Tampilan Depan Alat	57
Gambar 3.6 Tampilan Dalam Alat.....	58
Gambar 3.7 Dataset.....	60
Gambar 3.8 Proses Anotasi Dataset	61
Gambar 3.9 Konfigurasi Augmentasi Data pada Platform Roboflow.....	63
Gambar 3.10 Dataset Setelah Augmentasi.....	63
Gambar 3.11 Hasil Training pada Colab	66
Gambar 3.12 <i>Confusion Matrix</i> Normalized.....	67
Gambar 3.13 Training Model Colab	68
Gambar 3.14 Hasil Pelatihan Model	69



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3.15 Kurva loss pelatihan dan validasi model YOLOv8m-seg selama 100 epoch.....	70
Gambar 3.16 Kurva metrik performa model selama pelatihan.....	71
Gambar 3.17 Confusion Matrix tiap kelas gambar.....	73
Gambar 3.18 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>) Skrip Program Inferensi Model Deteksi Mutu Biji Kakao.....	78
Gambar 3.19 Blok Program Pemrosesan Inferensi Model Bagian 1	78
Gambar 3.20 Blok Program Pemrosesan Inferensi Model Bagian 2	80
Gambar 3.21 Hasil Cetakan (Print Output) Konsol Data Inferensi	80
Gambar 4.1 Hasil Deteksi dan Segmentasi pada Sampel.....	83
Gambar 4.2 Pengujian pada Kondisi Objek Terpisah.....	88
Gambar 4.3 Pengujian pada kondisi berhimpitan/ <i>overlapping</i>	89

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao L.*) merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan berperan penting dalam sektor ekspor hasil pertanian. Indonesia termasuk salah satu negara penghasil kakao terbesar di dunia dengan kebutuhan pasar yang terus meningkat setiap tahunnya (Pertanian, 2025). Kualitas biji kakao menjadi faktor utama yang menentukan nilai jual dan daya saing produk di pasar nasional maupun internasional. Oleh karena itu, proses penentuan mutu biji kakao menjadi tahapan penting dalam industri pascapanen untuk memastikan kualitas produk sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Standar mutu biji kakao di Indonesia diatur dalam (SNI 2323:2008 Biji Kakao, 2008) yang mencakup beberapa parameter penilaian, seperti jumlah biji per 100 gram (*bean count*), kadar air, biji berjamur, biji *slaty*, biji pipih, serta cacat fisik lainnya. Dalam praktiknya, proses penghitungan jumlah dan identifikasi cacat biji kakao masih banyak dilakukan secara manual melalui inspeksi visual oleh operator. Metode konvensional tersebut memiliki beberapa kelemahan, seperti membutuhkan waktu yang relatif lama, rentan terhadap subjektivitas penilaian, kelelahan pekerja, serta tingginya kemungkinan kesalahan penghitungan terutama pada kondisi biji yang saling berhimpit (*overlapping*) (Basri et al., 2025; Rahadjeng et al., 2023). Permasalahan ini menyebabkan proses *grading* mutu menjadi kurang efektif dan kurang konsisten.

Perkembangan teknologi *computer vision* dan pengolahan citra digital memberikan peluang untuk mengotomatisasi proses identifikasi dan klasifikasi mutu biji kakao secara lebih cepat dan objektif. Salah satu tantangan teknis utama dalam proses ini adalah kondisi biji kakao yang saling berhimpit (*overlapping*) saat diletakkan pada wadah sampel. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pendekatan *instance segmentation* melalui model YOLOv8m-seg diterapkan karena mampu mendeteksi setiap objek biji kakao secara individual hingga tingkat



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

piksel, sehingga biji yang saling berhimpit sekalipun dapat dipisahkan dan dihitung secara akurat (Jocher et al., 2023).

Selain proses segmentasi objek, perkembangan metode *deep learning* khususnya pada bidang *object detection* dan *instance segmentation* juga menunjukkan performa yang sangat baik dalam klasifikasi objek berbasis citra. Model YOLOv8m-seg dipilih dalam penelitian ini karena mampu melakukan deteksi objek sekaligus menghasilkan *segmentation mask* untuk setiap instans objek secara individual dengan kecepatan dan akurasi yang tinggi (Jocher et al., 2023). Model YOLOv8m-seg dipilih karena mengintegrasikan proses deteksi objek, *instance segmentation*, dan klasifikasi mutu dalam satu *pipeline* yang efisien dan dapat dijalankan secara mandiri pada perangkat *embedded* Raspberry Pi (Jocher et al., 2023) sebagai metode deteksi serta klasifikasi cacat menjadi pendekatan yang saling melengkapi dalam sistem analisis citra digital yang dikembangkan pada penelitian ini.

Pada penelitian ini dikembangkan sistem analisis citra digital berbasis Raspberry Pi untuk melakukan penghitungan jumlah dan deteksi cacat biji kakao secara otomatis. Raspberry Pi dipilih karena memiliki ukuran yang ringkas, konsumsi daya rendah, serta mampu menjalankan proses pengolahan citra menggunakan pustaka OpenCV dan model *deep learning* secara mandiri (Foundation, 2019). Sistem menggunakan Raspberry Pi Camera Module sebagai perangkat akuisisi citra, kemudian citra diproses melalui tahapan *preprocessing*, dan klasifikasi menggunakan YOLOv8m-seg. Hasil dari sistem diharapkan mampu membantu proses *grading* biji kakao menjadi lebih cepat, objektif, efisien, dan sesuai dengan standar mutu yang berlaku.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengambil judul "Analisis Citra Digital untuk Penghitungan Jumlah dan Deteksi Cacat Biji Kakao Menggunakan Model YOLOv8m-seg pada Raspberry Pi" sebagai upaya mengembangkan sistem otomatis berbasis *computer vision* yang mengintegrasikan *instance segmentation* melalui YOLOv8m-seg untuk deteksi, penghitungan, dan klasifikasi cacat biji kakao secara lebih cepat, objektif, dan konsisten.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini disusun sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan model YOLOv8m-seg untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan cacat biji kakao ke dalam kategori kakao bagus, cacat hitam, cacat fisik, dan biji berjamur berdasarkan standar mutu SNI 2323:2008?
2. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem analisis citra digital berbasis YOLOv8m-seg pada Raspberry Pi untuk melakukan penghitungan jumlah biji kakao secara otomatis, khususnya pada kondisi objek yang saling berhimpit (*overlapping*)?
3. Bagaimana performa sistem analisis citra digital berbasis YOLOv8m-seg dalam melakukan penghitungan jumlah dan deteksi cacat biji kakao secara otomatis pada platform Raspberry Pi?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem analisis citra digital berbasis YOLOv8m-seg pada platform Raspberry Pi untuk menghitung jumlah biji kakao secara otomatis, termasuk pada kondisi objek yang saling berhimpit (*overlapping*).
2. Merancang dan melatih model YOLOv8m-seg menggunakan dataset biji kakao yang dikumpulkan secara mandiri untuk melakukan deteksi dan klasifikasi cacat biji kakao ke dalam empat kategori mutu berdasarkan standar SNI 2323:2008.
3. Mengevaluasi performa sistem analisis citra digital yang dikembangkan berdasarkan parameter $mAP@50$, *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, dan Akurasi dalam kondisi citra dengan kepadatan objek tinggi pada platform Raspberry Pi.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian tetap terfokus dan dapat diselesaikan tepat waktu, penulis menetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan terbatas pada biji kakao kering pasca-fermentasi yang umum beredar di tingkat petani tradisional, bukan merupakan biji kakao basah atau biji yang masih ada lendir (*pulp*).
2. Pengambilan citra dilakukan secara statis di dalam kotak pengambilan (*chamber*) dengan kondisi pencahayaan yang stabil. Biji kakao diletakkan dalam satu lapis (*single layer*), namun diperbolehkan adanya kondisi berhimpit (*overlapping* antar sisi) yang akan ditangani oleh model YOLOv8m-seg melalui kemampuan *instance segmentation*.
3. Deteksi dan klasifikasi cacat biji kakao dilakukan dengan model YOLOv8m-seg yang dilatih pada empat kategori, yaitu kakao bagus, cacat hitam, cacat fisik, biji berjamur. Klasifikasi dilakukan berdasarkan fitur visual permukaan biji tanpa melakukan uji belah (*cut test*). Pemilihan tiga jenis cacat tersebut didasarkan pada parameter kecacatan eksternal utama yang paling sering dijumpai pada perdagangan tingkat petani tradisional dan memiliki dampak paling signifikan terhadap penurunan harga jual komoditas menurut SNI 2323:2008.

1.5 Luaran Penelitian

1. Satu unit alat "*Smart Cocoa Grading System*" yang terintegrasi
2. Laporan Tugas Akhir (Skripsi).
3. Artikel Ilmiah (Jurnal/Prosiding).
4. Poster Ilmiah atau Panduan Penggunaan (SOP) alat untuk pengguna.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem analisis citra digital untuk penghitungan jumlah dan deteksi cacat biji kakao menggunakan model YOLOv8m-seg pada Raspberry Pi, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Implementasi model YOLOv8m-seg pada platform Raspberry Pi berhasil dilakukan untuk mendeteksi dan menghitung jumlah biji kakao secara otomatis. Pada kondisi objek terpisah, sistem memiliki keandalan tinggi dalam menghitung jumlah objek dengan tingkat akurasi penghitungan sebesar 96,87% (31 dari 32 biji aktual terdeteksi). Pada kondisi objek berhimpitan ekstrem, akurasi penghitungan menurun menjadi 75,00% (24 dari 32 biji terdeteksi) yang disebabkan oleh keterbatasan kamera dalam menangkap biji yang tertutup sepenuhnya secara vertikal (*overlapping*).
2. Model YOLOv8m-seg berhasil dirancang dan dilatih menggunakan dataset mandiri sebanyak 971 citra untuk mengklasifikasikan biji kakao ke dalam kategori mutu sesuai standar SNI 2323:2008. Berdasarkan pengujian melalui pendekatan *Confusion Matrix*, model berhasil mencapai nilai Akurasi Global (*Overall Accuracy*) sebesar 76,00% dalam menetapkan kelas cacat secara tepat. Model menunjukkan performa terbaik pada kelas Kakao Bagus (*F1-Score* 0,932), namun memiliki keterbatasan pada kelas cacat fisik dan cacat hitam akibat keragaman morfologi objek yang tidak beraturan di lapangan.
3. Evaluasi performa model secara keseluruhan menghasilkan nilai mAP@50 sebesar 0,81 dan *F1-Score* 0,79. Pada pengujian *inference* terhadap sampel multikelas dengan kepadatan tinggi (93 objek aktual), model menunjukkan sensitivitas yang baik dengan mengklasifikasikan 86 biji secara tepat (*Recall* per kelas rata-rata 89,13%). Keterbatasan sistem yang masih ditemukan berupa adanya *False Positive* pada area latar belakang wadah yang salah dikenali sebagai biji berjamur atau cacat hitam akibat gangguan pantulan cahaya (*glare*).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Berdasarkan hasil evaluasi dan keterbatasan sistem yang ditemukan selama penelitian, beberapa saran pengembangan yang dapat dipertimbangkan adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan dataset pelatihan dengan menambah jumlah dan variasi citra pada kelas cacat (cacat hitam, cacat fisik, dan biji berjamur), termasuk variasi sudut pengambilan, intensitas pencahayaan, dan kondisi permukaan biji yang lebih beragam, agar model lebih sensitif dan akurat dalam mendeteksi kelas-kelas cacat yang saat ini masih memiliki performa rendah.
2. Optimasi penanganan kondisi *overlapping* dapat dilakukan dengan menambahkan panduan prosedur operasional (SOP) bagi pengguna untuk meratakan posisi biji kakao sebelum pemindaian, atau mengeksplorasi teknik segmentasi 3D maupun multi-kamera agar biji yang tertumpuk secara vertikal dapat terdeteksi dengan lebih baik.
3. Penyempurnaan *preprocessing* latar belakang perlu dilakukan untuk mengurangi *False Positive* akibat noise tekstur permukaan wadah yang menyerupai karakteristik visual cacat. Hal ini dapat dilakukan melalui kalibrasi background, penambahan mask region-of-interest (ROI), atau fine-tuning threshold agar model lebih toleran terhadap variasi latar belakang.
4. Pengembangan model ke arah arsitektur yang lebih ringan namun tetap akurat (seperti YOLOv8n-seg atau model kuantisasi) dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan kecepatan inferensi pada platform Raspberry Pi yang memiliki keterbatasan komputasi, sehingga sistem dapat digunakan secara lebih *real-time*.
5. Integrasi sistem dengan antarmuka yang lebih lengkap, termasuk fitur ekspor laporan hasil *grading* secara otomatis dan konektivitas IoT, agar sistem dapat diimplementasikan secara penuh di lingkungan industri pascapanen kakao sesuai dengan tujuan pengembangan Smart Cocoa *Grading System*



DAFTAR PUSTAKA

- (FAO), F. and A. O. (2020). *Post Harvest and Drying*.
<https://openknowledge.fao.org/bitstreams/29f4c945-993e-4d3c-8f1b-e41aa0730a6a/download>
- Ackah, E., & Dompey, E. (2021). Effects of fermentation and drying durations on the quality of cocoa beans during the rainy season in Ghana. *Bulletin of the National Research Centre*, 45, 175.
- Baihaqi, Hayati, R., & Abubakar, Y. (2016). Pengaruh fasilitator fermentasi dan suhu pengeringan terhadap kualitas biji kakao. *Jurnal Floratek*, 11(2), 134–142.
- Basri, Indrabayu, Achmad, A., & Areni, I. S. (2025). Cocoa bean quality identification using a computer vision-based color and texture feature extraction. *International Journal of Advances in Intelligent Informatics*, 11(1), 86–101. <https://doi.org/10.26555/ijain.v11i1.1609>
- Bolya, D., Zhou, C., Xiao, F., & Lee, Y. J. (2019). *YOLACT: Real-time instance segmentation BT - Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)* (pp. 9157–9166).
- Bradski, G. (2000). The OpenCV Library. *Dr. Dobb's Journal of Software Tools*, 25(11), 120–125. <https://doi.org/10.5555/1973017>
- Bulandari, S. (2016). *Pengaruh produksi kakao terhadap pertumbuhan ekonomi di Kabupaten Kolaka Utara*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Dwyer, B., Nelson, J., & Hansen, J. (2022). *Roboflow*. <https://roboflow.com/>
- Electronics, S. (2023). *HX711 load cell amplifier hookup guide*. SparkFun Electronics. <https://learn.sparkfun.com/tutorials/load-cell-amplifier-hx711-breakout-hookup-guide>
- Electronics, W. (2023). *7inch HDMI LCD (C) User Manual*. [https://www.waveshare.com/wiki/7inch_HDMI_LCD_\(C\)](https://www.waveshare.com/wiki/7inch_HDMI_LCD_(C))
- Foundation, R. P. (2019). *Raspberry Pi 4 Model B specifications*. Raspberry Pi Trading Ltd. <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/>
- Foundation, R. P. (2023). *Raspberry Pi camera modules documentation*. <https://www.raspberrypi.com/documentation/accessories/camera.html>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., & Girshick, R. (2017). *Mask R-CNN BT - Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)* (pp. 2961–2969).
- Jocher, G., Chaurasia, A., & Qiu, J. (2023). *Ultralytics YOLOv8*. <https://github.com/ultralytics/ultralytics>
- Kamilaris, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2018). Deep Learning in Agriculture: A Survey. *The Journal of Agricultural Science*, 156(3), 312–322. <https://doi.org/10.1017/S0021859618000436>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep Learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Perindustrian, S. J. (2007). *Gambaran sekilas industri kakao*. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.
- Pertanian, K. (2025). *Outlook komoditas perkebunan kakao*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. <https://doi.org/10.21082/jpftp.v1n2.2025>
- Rahadjeng, I. R., Siregar, M. N. H., & Windarto, A. P. (2023). Evaluasi perbandingan kinerja convolutional neural networks untuk klasifikasi kualitas biji kakao. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(3), 1380. <https://doi.org/10.30865/mib.v7i3.6533>
- Rashid, M. H. (2014). *Power Electronics Handbook* (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2015). *You only look once: Unified, real-time object detection BT - Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* (pp. 779–788).
- Satryadi. (2013). *Mempelajari sifat fisik dan fisika kimia buah dan biji kakao hasil peremajaan tanaman kakao (teknik sambung samping) di Kabupaten Luwu Utara*. Universitas Hasanuddin.
- SNI 2323:2008 *Biji kakao*. (2008). Badan Standardisasi Nasional.
- Subroto, E., Djali, M., Indarto, R., Lembong, E., & Baiti, N. (2023). Microbiological activity affects post-harvest quality of cocoa (*Theobroma cacao L.*) beans. *Horticulturae*, 9(7), 805.
- Systems, E. (2024). *ESP8266EX Datasheet*. <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp8266ex/resources>



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Szeliski, R. (2022). *Computer Vision: Algorithms and Applications* (2nd ed.). Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-34372-9>
- Tjitrosoepomo, G. (2010). *Taksonomi tumbuhan (Spermatophyta)*. Gadjah Mada University Press.
- Van Rossum, G., & Drake, F. L. (2009). *Python 3 Reference Manual*. CreateSpace.
- Visa, S., Ramsay, B., Ralescu, A., & Van Der Knaap, E. (2011). *Confusion Matrix-based Feature Selection*. 120–127. <https://doi.org/10.2991/jrnal.2011.1.1.5>





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama **Doufan Agmarila Fitcor**, anak kedua dari dua bersaudara dan lahir di Pariaman, 19 Agustus 2003. Latar belakang pendidikan formal penulis adalah lulusan sekolah dasar di SDN 08 Kampung Jawa 1 Pariaman Tahun 2016. Melanjutkan ke sekolah menengah pertama di SMPN 4 Pariaman dan lulus pada tahun 2019. Kemudian, melanjutkan pendidikan ke sekolah menengah atas di SMAN 1 Pariaman dan lulus pada tahun 2022. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perkuliahan

Sarjana Terapan (S.Tr) di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri sejak tahun 2022 hingga tahun 2026. Penulis juga sempat melaksanakan program magang di Laboratorium Kalibrasi PLN Pusertif selama 5 bulan sejak bulan Juli 2025, hingga akhirnya berhasil menyelesaikan seluruh rangkaian studi dan menyusun skripsi ini untuk memperoleh gelar akademik pada tahun 2026. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail doufan.fitcor@gmail.com.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program Deteksi dan Analisis Biji Kakao

```
import cv2
import matplotlib.pyplot as plt
from ultralytics import YOLO

# 1. LOAD MODEL
model = YOLO('best.pt')

# 2. KONFIGURASI WARNA & LABEL
COLORS = {
    'Kakao_Bagus': (24, 126, 54),
    'Kakao_Cacat_Fisik': (160, 233, 255),
    'Cacat_hitam': (40, 115, 245),
    'Kakao_Jamur': (54, 54, 204),
}

DISPLAY_NAMES = {
    'Kakao_Bagus': 'Bagus',
    'Kakao_Cacat_Fisik': 'Rusak',
    'Cacat_hitam': 'Hitam',
    'Kakao_Jamur': 'Berjamur'
}

def draw_rounded_rect(img, pt1, pt2, color, thickness, r):
    x1, y1 = pt1
    x2, y2 = pt2
    cv2.line(img, (x1 + r, y1), (x2 - r, y1), color, thickness)
    cv2.line(img, (x1 + r, y2), (x2 - r, y2), color, thickness)
    cv2.line(img, (x1, y1 + r), (x1, y2 - r), color, thickness)
    cv2.line(img, (x2, y1 + r), (x2, y2 - r), color, thickness)
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
cv2.ellipse(img, (x1 + r, y1 + r), (r, r), 180, 0, 90, color, thickness)
cv2.ellipse(img, (x2 - r, y1 + r), (r, r), 270, 0, 90, color, thickness)
cv2.ellipse(img, (x1 + r, y2 - r), (r, r), 90, 0, 90, color, thickness)
cv2.ellipse(img, (x2 - r, y2 - r), (r, r), 0, 0, 90, color, thickness)
```

3. RUN PREDICTION

```
IMAGE_PATH = 'Gambar 2.jpg'
img = cv2.imread(IMAGE_PATH)
results = model.predict(source=img, conf=0.25, iou=0.45, verbose=False)
```

```
total_valid_biji = 0
summary_counts = {
    'Bagus': 0,
    'Rusak': 0,
    'Hitam': 0,
    'Berjamur': 0
}
```

4. PROSES DAN GAMBAR

```
for r in results:
    # Filter Area
    keep = []
    for i, box in enumerate(r.bboxes.xywh):
        w, h = box[2].item(), box[3].item()
        if 1500 < (w * h) < 90000:
            keep.append(i)

    for i in keep:
        box = r.bboxes[i]
        x1, y1, x2, y2 = map(int, box.xyxy[0].tolist())

        cls_id = int(box.cls.item())
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

raw_name = model.names[cls_id]

label_text = DISPLAY_NAMES.get(raw_name, raw_name)
color = COLORS.get(raw_name, (255, 255, 255))

# HITUNG JUMLAH BIJI YANG JALAN
total_valid_biji += 1
if label_text in summary_counts:
    summary_counts[label_text] += 1
else:
    summary_counts[label_text] = 1

# --- DRAW ROUNDED BOX ---
draw_rounded_rect(img, (x1, y1), (x2, y2), color, thickness=3, r=10)

# --- DRAW LABEL BADGE ---
font = cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX
font_scale = 0.6
font_thickness = 1
(t_w, t_h), _ = cv2.getTextSize(label_text, font, font_scale,
font_thickness)
cv2.rectangle(img, (x1 + 5, y1 - 20), (x1 + 5 + t_w + 10, y1), color, -1)
cv2.putText(img, label_text, (x1 + 10, y1 - 5),
            font, font_scale, (255, 255, 255), font_thickness, cv2.LINE_AA)

# PRINT OUTPUT DATA UNTUK DIGUNAKAN DI API SERVICE
print("\n" + "="*30)
print("HASIL ANALISIS BIJI KAKAO")
print("="*30)
print(f'Total Biji Terdeteksi: {total_valid_biji}')
for kategori, jumlah in summary_counts.items():

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
print(f"• {kategori:10} : {jumlah} biji")
print("="*30)

# 5. TAMPILKAN HASIL
img_rgb = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2RGB)
plt.figure(figsize=(16, 10), dpi=150)
plt.imshow(img_rgb)
plt.axis('off')
plt.show()
```

Lampiran 2. Dokumentasi Alat

