

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS DETEKSI KEMATANGAN *ROASTING* BIJI  
KOPI BERDASARKAN CITRA MENGGUNAKAN  
ALGORITMA YOLOv4**



**MOCHAMAD RAVY RASPATI**

**19102200**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS INFORMATIKA  
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

**2023**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS DETEKSI KEMATANGAN *ROASTING* BIJI  
KOPI BERDASARKAN CITRA MENGGUNAKAN  
ALGORITMA YOLOv4**

***ANALYSIS OF COFFEE BEAN ROAST MATURITY  
DETECTION BASED ON IMAGE USING YOLOv4  
ALGORITHM***

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer



**MOCHAMAD RAVY RASPATI**

**19102200**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS INFORMATIKA  
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

**2023**

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

**ANALISIS DETEKSI KEMATANGAN *ROASTING* BIJI  
KOPI BERDASARKAN CITRA MENGGUNAKAN  
ALGORITMA YOLOv4**

***ANALYSIS OF COFFEE BEAN ROAST MATURITY  
DETECTION BASED ON IMAGE USING YOLOv4  
ALGORITHM***

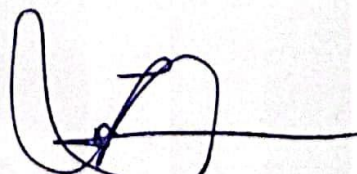
Dipersiapkan dan Disusun Oleh

**MOCHAMAD RAVY RASPATI**

**19102200**

**Fakultas Informatika  
Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
Pada Tanggal: 14 Agustus 2023**

Dosen Pembimbing,



**(Sudianto, S.Pd., M.Kom.)**

**NIDN. 0605049301**

**ANALISIS DETEKSI KEMATANGAN *ROASTING* BIJI  
KOPI BERDASARKAN CITRA MENGGUNAKAN  
ALGORITMA YOLOv4**

***ANALYSIS OF COFFEE BEAN ROAST MATURITY  
DETECTION BASED ON IMAGE USING YOLOv4  
ALGORITHM***

Disusun oleh

**MOCHAMAD RAVY RASPATI  
19102200**

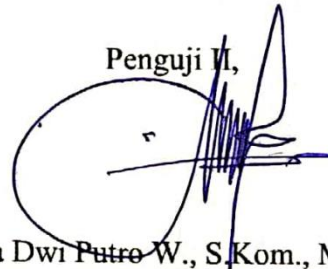
Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tugas Akhir  
Pada Senin, 14 Agustus 2023

Penguji I,



Rima Dias Ramadhani, S.Kom., M.Kom.  
NIDN. 0602039301

Penguji II,



Aditya Dwi Putro W., S.Kom., M.Kom.  
NIDN. 0624119303

Dosen Pembimbing,



Sudianto, S.Pd., M.Kom.  
NIDN. 0605049301

Dekan,



Auliya Burhanudin, S.Si., M.Kom.  
NIK. 9820008

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Mochamad Ravy Raspati  
NIM : 19102200  
Program Studi : Teknik Informatika

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul berikut:

**ANALISIS DETEKSI KEMATANGAN ROASTING BIJI KOPI  
BERDASARKAN CITRA MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLOv4**

Dosen Pembimbing : Sudianto, S.Pd., M.Kom.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Institut Teknologi Telkom Purwokerto maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian Saya Sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim Dosen Pembimbing.
3. Dalam Karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab Saya, bukan tanggung jawab Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
5. Pernyataan ini Saya buat dengan sesungguhnya, apabila dikemudian hariterdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima Sanksi Akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Purwokerto, 14 Agustus 2023,

Yang Menyatakan,



(Mochamad Ravy Raspati)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT yang melimpahkan karunia rahmat serta petunjuk sehingga penyusun bisa menyelesaikan usulan yang berupa penelitian yang berjudul ”**Analisis Deteksi Kematangan *Roasting* Biji Kopi Berdasarkan Citra Menggunakan Metode YOLOv4**”

Selama menyusun skripsi ini telah banyak hambatan yang penyusun lewati dan tanpa bantuan banyak pihak tentu akan sulit untuk penyusun menyelesaikan skripsi ini, untuk itu penyusun mengucapkan ribuan terima kasih pada :

1. Dr. Tenia Wahyuningrum, S.Kom., M.T. selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
2. Auliya Burhanuddin, S.Si., M.Kom. selaku Dekan dari Fakultas Informatika.
3. Amalia Beladinna Arifa, S.Pd., M.Cs. selaku Kepala Program Studi S1 Informatika Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
4. Orang tua penulis, Bapak Tedi Firdaus dan Ibu Evi Surviati yang tidak pernah memutuskan do’a, mendukung, serta memberikan banyak bantuan untuk penulis selama pengerjaan tugas akhir.
5. Ummi Athiyah, S.Kom., M.Kom. selaku dosen wali penulis.
6. Sudianto, S.Pd., M.Pd. selaku dosen pembimbing yang memberikan bimbingan serta arahan hingga tugas akhir penulis ini dapat selesai dengan baik dan tepat waktu.
7. Rima Dias Ramadhani, S. Kom., M. Kom. dan Aditya Dwi Putro W., S. Kom., M. Kom. selaku dosen penguji sidang yang telah membantu penulis dalam perbaikan laporan.
8. Keluarga yang telah memberikan dukungan dan do’a untuk penulis ketika pengerjaan tugas akhir.
9. Seorang Nona yang bernama Syifa Salsabilah yang sudah memberikan segala dukungannya dalam berbagai bentuk selama penulisan skripsi ini berlangsung.
10. Saudara Muhammad Rafi Filardillah dan saudari Laras Gita Oktafiani yang selalu memberikan segala macam bentuk dukungan kepada penulis.

11. Teman-teman dari grup “Teuing Naon Ieu”, Agung Irman Syaifudin, Asbath Fadil Nurhidayat, Bayu Aji Triatmojo Rosito, Denis Oktawandira, Hafiz Irza Aryadana, Jaka Lintang Ramadan, Nugraha Perdana, Reza Irfan Wijaya, Wildan Maulanatama yang sudah membantu dan mendukung penulis.
12. Teman-teman dari IT Telkom Purwokerto, Widi Afandi, S. Kom., Bayu Setyaji, S. Kom., M. Arif Shidqul Aziz , Ahmad Saiful Huda, Muhammad Gahtan Fawadzi dan teman-teman lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang sudah membantu serta mendukung penulis.

Kemudian, penulis menyadari bahwa tugas akhir yang penulis tulis masih jauh dari kata sempurna. Kritik dan saran yang membangun dibutuhkan untuk kesempurnaan tugas akhir penulis. Penulis berharap semoga tugas akhir penulis dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembaca.

Purwokerto, 14 Agustus 2023



Mochamad Ravy Raspati

## DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR ISTILAH .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
ABSTRAK .....	xvi
<i>ABSTRACT</i> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang Masalah.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Perumusan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Pertanyaan Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Batasan Masalah.....</b>	<b>4</b>
<b>1.6 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Kajian Pustaka .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Landasan Teori.....</b>	<b>11</b>
2.2.1 Biji kopi.....	11
2.2.2 <i>Object detection</i> .....	12
2.2.3 <i>Splitting dataset</i> .....	13
2.2.4 Algoritma YOLO .....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Subjek dan Objek Penelitian.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>15</b>
3.2.1 Alat.....	15



3.2.2	Bahan.....	15
<b>3.3</b>	<b>Tahap Penelitian.....</b>	<b>16</b>
3.3.1	Pengumpulan data citra.....	17
3.3.2	<i>Pre-processing</i> citra.....	17
3.3.3	Menghubungkan Google Colab dengan Google Drive.....	19
3.3.4	<i>Cloning framework</i> Darknet.....	20
3.3.5	Membuat file pendukung <i>training</i> .....	20
3.3.6	Mengaktifkan fitur dan <i>library</i> .....	21
3.3.7	Membangun <i>framework</i> Darknet.....	21
3.3.8	Mengolah data pada direktori Darknet.....	22
3.3.9	<i>Splitting dataset</i> .....	23
3.3.10	Mengunduh <i>pre-trained</i> model.....	24
3.3.11	Konfigurasi <i>pre-training</i> .....	24
3.3.12	<i>Training</i> dan <i>testing dataset</i> .....	25
3.3.13	Menampilkan hasil performa <i>training</i> .....	26
3.3.14	Analisis Hasil.....	27
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Hasil Pengujian.....</b>	<b>28</b>
4.1.1	Pengumpulan data citra.....	28
4.1.2	<i>Pre-processing</i> citra.....	29
4.1.3	Menghubungkan Google Colab dengan Google Drive.....	32
4.1.4	<i>Cloning framework</i> Darknet.....	34
4.1.5	Membuat file pendukung <i>training</i> .....	34
4.1.6	Mengaktifkan fitur dan <i>library</i> .....	35
4.1.7	Membangun <i>framework</i> Darknet.....	35
4.1.8	Mengelola data pada direktori Darknet.....	36
4.1.9	<i>Splitting dataset</i> .....	38
4.1.10	Mengunduh model <i>pre-trained</i> YOLO.....	38
4.1.11	Konfigurasi <i>pre-training</i> .....	39
4.1.12	<i>Training dataset</i> .....	41
4.1.13	<i>Testing</i> model.....	42
4.1.14	Menampilkan hasil performa <i>training</i> .....	45

<b>4.2 Analisis</b> .....	46
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	49
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	49
<b>5.2 Saran</b> .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	50
<b>LAMPIRAN</b> .....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Literature review</i> dari penelitian sebelumnya.....	8
Tabel 4.1 Nilai elemen citra biji kopi .....	29
Tabel 4.2 Nilai untuk konfigurasi .....	39
Tabel 4.3 Log akurasi pada setiap model.....	46
Tabel 4.4 Hasil <i>testing</i> .....	47
Tabel 4.5 Hasil <i>testing</i> dengan kondisi .....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tingkat kematangan <i>roast</i> biji kopi .....	11
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>Object detection</i> .....	12
Gambar 2.3 Ilustrasi deteksi objek dengan YOLO .....	14
Gambar 2.4 Ilustrasi cara kerja NMS.....	14
Gambar 3.1 Diagram alir tahap penelitian .....	16
Gambar 3.2 Diagram alir pengumpulan data citra .....	17
Gambar 3.3 Diagram alir pre-processing citra .....	17
Gambar 3.4 Diagram alir <i>resize</i> citra .....	18
Gambar 3.5 Diagram alir <i>labeling</i> citra .....	18
Gambar 3.6 Diagram alir menghubungkan Google Colab dengan Drive .....	19
Gambar 3.7 Diagram alir <i>Cloning framework</i> Darknet .....	20
Gambar 3.8 Diagram alir membuat file pendukung <i>training</i> .....	20
Gambar 3.9 Mengaktifkan fitur dan <i>library</i> .....	21
Gambar 3.10 Diagram alir membangun <i>framework</i> Darknet.....	21
Gambar 3.11 Diagram alir mengolah data pada direktori Darknet.....	22
Gambar 3.12 Diagram alir <i>splitting dataset</i> .....	23
Gambar 3.13 Diagram alir mengunduh <i>pre-trained</i> model .....	24
Gambar 3.14 Diagram alir konfigurasi <i>pre-training</i> .....	24
Gambar 3.15 Diagram alir <i>training</i> dan <i>testing dataset</i> menggunakan YOLO ....	25
Gambar 3.16 Diagram alir analisis hasil .....	27
Gambar 4.1 Pengambilan citra biji kopi .....	28
Gambar 4.2 <i>Resize</i> citra.....	29
Gambar 4.3 File text kelas .....	30
Gambar 4.4 Membuka <i>labelImg</i> menggunakan <i>anaconda prompt</i> .....	30
Gambar 4.5 Tampilan aplikasi <i>labelImg</i> .....	31
Gambar 4.6 Memberikan <i>RectBox</i> .....	31
Gambar 4.7 Perubahan objek pada citra ke kode numerik.....	32
Gambar 4.8 Direktori <i>yolov4</i> pada Google Drive.....	33

Gambar 4.9 Menghubungkan Google Colab dengan Google Drive .....	33
Gambar 4.10 Kode untuk <i>Cloning framework</i> Darknet .....	34
Gambar 4.11 File obj.data dan obj.names .....	34
Gambar 4.12 Mengaktifkan fitur dan <i>library</i> .....	35
Gambar 4.13 Membangun <i>framework</i> Darknet .....	36
Gambar 4.14 Perintah membersihkan direktori data dan cfg .....	36
Gambar 4.15 Perintah unzip <i>dataset</i> menuju direktori data .....	37
Gambar 4.16 Memanggil file konfigurasi .....	37
Gambar 4.17 Perintah memindahkan file obj.data dan obj.names .....	37
Gambar 4.18 Splitting <i>dataset</i> .....	38
Gambar 4.19 File model <i>pre-trained YOLO</i> .....	39
Gambar 4.20 Proses <i>training</i> .....	41
Gambar 4.21 <i>Output</i> model <i>training</i> .....	42
Gambar 4.22 <i>Output</i> citra tahap <i>testing</i> .....	43
Gambar 4.23 Hasil <i>testing</i> dengan kondisi terbalik .....	44
Gambar 4.24 Hasil <i>testing</i> dengan kondisi berkumpul .....	44
Gambar 4.25 Hasil <i>testing</i> dengan kondisi rusak .....	44
Gambar 4.26 Grafik nilai mAP dan <i>loss</i> pada <i>batch size</i> 32 .....	45
Gambar 4.27 Rincian mAP .....	46

## DAFTAR ISTILAH

<i>Batch size</i>	:	Ukuran dari banyaknya data yang digunakan dalam satu iterasi
<i>Dataset</i>	:	Kumpulan data
<i>Darknet</i>	:	<i>Framework open-source</i> yang digunakan untuk pengembangan sistem deteksi objek dan pengenalan citra berbasis <i>Deep Learning</i>
Iterasi	:	Jumlah kali data pelatihan dilewatkan melalui jaringan saraf saat proses pelatihan model
IoU	:	Parameter metrik pada algoritma YOLOv4 dalam mendapatkan salah satu dari tiga <i>bounding box</i> dengan posisi yang paling tepat
<i>Roast</i>	:	Sangrai kopi
<i>Roaster</i>	:	Orang yang menjalankan pekerjaan pada bidang sangrai
	:	kopi
<i>Subdivision</i>	:	Ukuran dari banyaknya pembagian yang akan dilakukan pada setiap <i>batch size</i>

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Grafik mAP dan <i>loss</i> pada <i>size batch</i> 16 .....	54
Lampiran 2. Grafik mAP dan <i>loss</i> pada <i>size batch</i> 32 .....	55
Lampiran 3. Grafik mAP dan <i>loss</i> pada <i>size batch</i> 64 .....	56
Lampiran 5. Kode untuk menghubungkan Google Colab dengan Drive.....	56
Lampiran 6. Kode untuk <i>Cloning framework</i> Darknet .....	57
Lampiran 7. Kode aktivasi fitur dan <i>library</i> .....	57
Lampiran 8. Kode untuk membangun <i>framework</i> Darknet .....	57
Lampiran 9. Kode untuk membersihkan direktori data dan konfigurasi .....	57
Lampiran 10. Kode untuk unzip file <i>dataset</i> .....	57
Lampiran 11. Kode untuk menyalin file konfigurasi .....	57
Lampiran 12. Kode untuk memindahkan file <i>obj.data</i> dan <i>obj.names</i> .....	58
Lampiran 13. Kode untuk mengunduh model <i>pre-trained</i> YOLO .....	58
Lampiran 14. Kode untuk menjalankan <i>training</i> .....	58
Lampiran 15. Kode untuk menampilkan hasil performa <i>training</i> .....	58
Lampiran 16. Kode untuk <i>testing</i> citra.....	58