



**SKRIPSI**

***DETECTING THE RIPENESS OF PALM OIL  
FRUIT TO SUPPORT HARVESTING DECISIONS  
USING YOLO***

**TSABITA ROSYIDAH PUTRI**  
NPM 22083010012

**DOSEN PEMBIMBING**

Dr. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST., MT.  
Alfan Rizaldy Pratama, S.Tr.T., M.Tr.Kom

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
PROGRAM STUDI SAINS DATA  
SURABAYA  
2026**

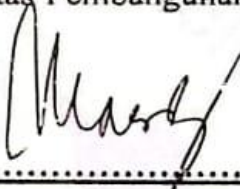
**LEMBAR PENGESAHAN**

***DETECTING THE RIPENESS OF PALM OIL FRUIT TO SUPPORT  
HARVESTING DECISIONS USING YOLO***

Oleh:  
**TSABITA ROSYIDAH PUTRI**  
NPM. 22083010012

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Sidang Skripsi Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur pada tanggal 21 April 2026

**Dr. I Gede Susrama Mas**  
**Diyasa, ST., MT.**  
19700619 2021211 009



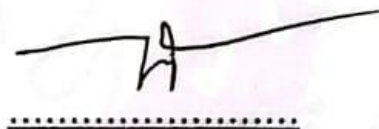
**(Pembimbing I)**

**Alfan Rizaldy Pratama,**  
**S.Tr.T., M.Tr.Kom.**  
19990606 202406 1 001



**(Pembimbing II)**

**Dr.Ir. Mohammad**  
**Idhom,S.P.,S.Kom.,MT**  
19830310 202121 1 006



**(Ketua Penguji)**



**Wahyu Syaifullah Jauharis**  
**Saputra, S.Kom., M.Kom**  
19860825 202121 1 003



**(Penguji I)**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Ilmu Komputer**



**Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.**

**NIP. 19681126 199403 2 001**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

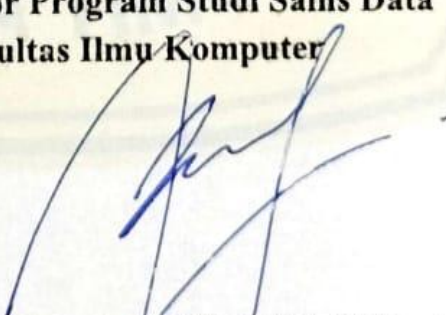
***DETECTING THE RIPENESS OF PALM OIL FRUIT TO SUPPORT  
HARVESTING DECISIONS USING YOLO***

Oleh:  
**TSABITA ROSYIDAH PUTRI**  
NPM. 22083010012

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

**Menyetujui,**

**Koordinator Program Studi Sains Data  
Fakultas Ilmu Komputer**



**Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.  
NIP. 19801205 200501 1 002**

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Tsabita Rosyidah Putri  
NPM : 22083010012  
Program : Sarjana (S1)  
Program Studi : Sains Data  
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 8 Mei 2026  
Yang Membuat Pernyataan,



TSABITA ROSYIDAH PUTRI  
NPM. 22083010012

## ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Tsabita Rosyidah Putri / 22083010012  
Judul Skripsi : *Detecting The Ripeness Of Palm Oil Fruit To Support Harvesting Decisions Using YOLO*  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST., MT.  
2. Alfian Rizaldy Pratama, S.Tr.T., M.Tr.Kom.

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas unggulan yang memiliki peran penting dalam perekonomian nasional, di mana kualitas minyak yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh tingkat kematangan tandan buah segar (TBS). Namun, proses penentuan kematangan buah di lapangan masih dilakukan secara manual melalui pengamatan visual sehingga bersifat subjektif, tidak konsisten, dan berpotensi menimbulkan kesalahan dalam proses panen. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem otomatis yang mampu melakukan deteksi tingkat kematangan buah secara akurat dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi kematangan buah kelapa sawit berbasis deep learning menggunakan metode object detection, serta membandingkan performa dua model, yaitu YOLOv8 dan YOLOv12. Dataset yang digunakan berupa citra buah kelapa sawit yang telah dianotasi ke dalam tiga kelas, yaitu matang, mengkal, dan mentah. Proses penelitian meliputi pelatihan model dengan konfigurasi *hyperparameter* yang sama, evaluasi menggunakan metrik *precision*, *recall*, *mean Average Precision (mAP50 dan mAP50-95)*, *confusion matrix*, serta pengukuran *inference time*, dan implementasi sistem berbasis web menggunakan Streamlit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model YOLOv8 memiliki performa yang lebih unggul dibandingkan YOLOv12. YOLOv8 memperoleh nilai *precision* sebesar 0,974, *recall* 0,987, mAP50 0,994, mAP50-95 0,892, dengan rata-rata waktu inferensi sebesar 31,28 ms. Sementara itu, YOLOv12 memperoleh *precision* 0,976, *recall* 0,969, mAP50 0,990, mAP50-95 0,872, dengan waktu inferensi 35,69 ms. Secara keseluruhan, YOLOv8 menunjukkan keseimbangan terbaik antara akurasi deteksi, kemampuan generalisasi, dan efisiensi komputasi. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa rekomendasi model deteksi terbaik serta implementasi sistem berbasis web yang dapat membantu proses pengambilan keputusan panen kelapa sawit secara lebih cepat, akurat, dan efisien.

**Kata kunci:** kelapa sawit, YOLOv8, YOLOv12, *deep learning*, *object detection*

## **ABSTRACT**

Nama Mahasiswa / NPM : Tsabita Rosyidah Putri / 22083010012  
Judul Skripsi : *Detecting The Ripeness Of Palm Oil Fruit To Support Harvesting Decisions Using YOLO*  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST., MT.  
2. Alfian Rizaldy Pratama, S.Tr.T., M.Tr.Kom.

*Oil palm is one of the leading commodities that plays an important role in the national economy, where the quality of the produced oil is strongly influenced by the ripeness level of Fresh Fruit Bunches (FFB). However, the determination of fruit ripeness in the field is still carried out manually through visual inspection, which is subjective, inconsistent, and prone to errors in the harvesting process. Therefore, an automated system is required to accurately and efficiently detect fruit ripeness levels. This study aims to develop an oil palm fruit ripeness detection system based on deep learning using an object detection approach, as well as to compare the performance of two models, namely YOLOv8 and YOLOv12. The dataset consists of oil palm fruit images annotated into three classes: ripe, semi-ripe, and unripe. The research process includes model training with identical hyperparameter configurations, evaluation using precision, recall, mean Average Precision (mAP50 and mAP50-95), confusion matrix analysis, and inference time measurement, as well as system implementation using a Streamlit-based web application. The results show that YOLOv8 outperforms YOLOv12 in overall performance. YOLOv8 achieved a precision of 0.974, recall of 0.987, mAP50 of 0.994, mAP50-95 of 0.892, with an average inference time of 31.28 ms. Meanwhile, YOLOv12 achieved a precision of 0.976, recall of 0.969, mAP50 of 0.990, mAP50-95 of 0.872, with an inference time of 35.69 ms. Overall, YOLOv8 demonstrates the best balance between detection accuracy, generalization ability, and computational efficiency. This study provides a contribution in the form of a recommended best-performing detection model and a web-based system implementation that can support faster, more accurate, and more efficient decision-making in oil palm harvesting processes.*

**Keywords:** *Oil Palm, YOLOv8, YOLOv12, Deep learning, Object detection*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul “*Detecting the Ripeness of Palm Oil Fruit to Support Harvesting Decisions Using YOLO*” dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU dan Alfian Rizaldy Pratama, S.Tr.T., M.Tr.Kom. selaku Dosen Pembimbing utama dan dosen pendamping yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi kepada penulis. Dan penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa moril, spiritual maupun materiil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, Tuhan semesta alam, yang dengan kasih sayang dan pertolongan-Nya memberikan penulis kekuatan, kesabaran, dan kelapangan hati dalam menghadapi setiap tantangan, hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya., ST., MT., IPU., ASEAN. Eng selaku Ketua Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Bapak Andri Fauzan Adziima, M. Si. selaku dosen wali terbaik dan selalu memberi arahan perkuliahan yang baik kepada penulis.
6. Bapak/Ibu dosen yang telah memberi pengetahuan kepada penulis selama menempuh pendidikan di program studi S1 Sains Data, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
7. Bapak Moh. Arief Hidayat, S.E. sosok ayah yang bukan hanya menjadi penopang kehidupan penulis, tetapi juga sumber inspirasi dan teladan sejati

dalam menapaki setiap langkah, menanamkan nilai keteguhan, pengorbanan, dan keikhlasan dalam menghadapi perjalanan hidup.

8. Ibu Yunita Dwi Isnaini, S.E., sosok ibu yang penuh kesabaran, ketulusan dan kasih tanpa batas, cinta pertama penulis sekaligus pintu surga, yang senantiasa hadir dalam setiap langkah kehidupan, menemani baik dalam suka maupun duka dengan doa, pengorbanan, dan cinta yang tak tergantikan.
9. Teman-teman angkatan 2022 di Program Studi S1 Sains Data, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
10. Teman-teman di Program Studi S1 Sains Data, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang selalu mendukung dan memberikan rasa persaudaran bagi penulis.
11. Terakhir, terima kasih kepada Tsabita Rosyidah Putri yaitu kepada diri sendiri yang sudah berjuang dan bertahan sampai pada titik kehidupan ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai kesulitan diluar keadaan dan tak pernah memutuskan untuk menyerah dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, April 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xx
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	6
1.3. Batasan Masalah.....	6
1.4. Tujuan Penelitian .....	7
1.5. Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
2.1. Penelitian Terdahulu .....	9
2.2. Kerangka Teori.....	20
2.2.1. Buah Kelapa Sawit.....	20
2.2.2. <i>Deep learning</i> .....	21
2.2.3. <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> .....	22
2.2.4. <i>YOLO (You Only Look Once Version)</i> .....	29
2.2.5. <i>YOLOv8 (You Only Look Once version 8)</i> .....	32
2.2.6. <i>YOLOv12 (You Only Look Once version 12)</i> .....	36
2.2.7. Evaluasi Model.....	38
2.2.8. Streamlit .....	41
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	43

3.1.	Variabel Penelitian dan Sumber Data.....	43
3.2.	Langkah Analisis .....	47
3.2.1.	Studi Literatur.....	48
3.2.2.	Data Collection.....	49
3.2.3.	Data <i>Preprocessing</i> .....	50
3.2.4.	Data <i>Modelling</i> .....	52
3.2.5.	Model Evaluation .....	55
3.2.6.	<i>Deployment System</i> .....	56
3.3.	Desain Sistem .....	57
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>61</b>
4.1.	Data <i>Collection &amp; Preprocessing</i> .....	61
4.2.	Data <i>Modelling</i> .....	66
4.3.	Model <i>Evaluation</i> .....	74
4.4.	<i>Deployment System</i> .....	82
4.5.	Tampilan Antar Muka ( <i>Graphical User Interface</i> ).....	83
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>89</b>
3.1.	Kesimpulan.....	89
3.2.	Saran Pengembangan.....	90
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>91</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>97</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Simple Layer Deep learning &amp; Layer Deep learning</i> [19].....	22
<b>Gambar 2.2</b> <i>Arsitektur CNN (Medium, 2020)</i> .....	23
<b>Gambar 2.3</b> <i>Convolutional layer</i> [21] .....	24
<b>Gambar 2.4</b> <i>Max pooling</i> [22] .....	25
<b>Gambar 2.5</b> <i>Flattening</i> [23].....	26
<b>Gambar 2.6</b> <i>Proses flattening ke fully connected layer (Medium.com, 2021)</i> ....	26
<b>Gambar 2.7</b> <i>Ilustrasi Single Layer</i> [8] .....	27
<b>Gambar 2.8</b> <i>Grafik Fungsi Aktivasi</i> [30].....	28
<b>Gambar 2.9</b> <i>Grid cell Citra Input YOLO</i> [29].....	29
<b>Gambar 2.10</b> <i>Label Data Citra Dengan Bounding box</i> [28] .....	30
<b>Gambar 2.11</b> <i>Arsitektur Model YOLOv8</i> [29].....	33
<b>Gambar 2.12</b> <i>Arsitektur Model YOLOv12</i> [32].....	37
<b>Gambar 3.1</b> <i>Salah Satu Contoh Dataset Sekunder</i> .....	45
<b>Gambar 3.2</b> <i>Diagram Alir Langkah Analisis</i> .....	47
<b>Gambar 3.3</b> <i>Diagram Alur Data Collection</i> .....	49
<b>Gambar 3.4</b> <i>Diagram Alur Data Preprocessing</i> .....	50
<b>Gambar 3.5</b> <i>Diagram Alur Evaluasi Model</i> .....	55
<b>Gambar 3.6</b> <i>Diagram Alur Pembuatan Desain Antarmuka Website</i> .....	56
<b>Gambar 3.7</b> <i>Desain Sistem Input Foto</i> .....	58
<b>Gambar 3.8</b> <i>Desain Area Sistem Input Video</i> .....	59
<b>Gambar 4.1</b> <i>Contoh Data Primer Kelapa Sawit</i> .....	61
<b>Gambar 4.2</b> <i>Contoh Data Sekunder Kelapa Sawit</i> .....	62
<b>Gambar 4.3</b> <i>Hasil Dari Citra Yang Telah Diaugmentasi</i> .....	64
<b>Gambar 4.4</b> <i>Hasil Data Yang Telah Anotasi &amp; Label</i> .....	64
<b>Gambar 4.5</b> <i>Training &amp; Validation Loss Model YOLOv8</i> .....	70
<b>Gambar 4.6</b> <i>Grafik mAP Pada YOLOv8</i> .....	71
<b>Gambar 4.7</b> <i>Training &amp; Validation Loss Model YOLOv12</i> .....	72
<b>Gambar 4.8</b> <i>Grafik mAP pada YOLOv12</i> .....	72
<b>Gambar 4.9</b> <i>Confusion matrix YOLOv8</i> .....	75

<b>Gambar 4.10</b> <i>Inference time</i> YOLOv8.....	77
<b>Gambar 4.11</b> <i>Confusion matrix</i> YOLOv12.....	79
<b>Gambar 4.12</b> <i>Inference time</i> YOLOv12.....	81
<b>Gambar 4.13.</b> <i>Workflow Deployment System</i> .....	83
<b>Gambar 4.14</b> Tampilan Halaman Awal <i>Upload</i> Gambar .....	84
<b>Gambar 4.15</b> Tampilan Halaman Awal <i>Upload</i> Video.....	85
<b>Gambar 4.16</b> Tampilan <i>Input &amp; Output</i> Gambar .....	86
<b>Gambar 4.17</b> Tampilan Halaman Hasil Deteksi .....	87
<b>Gambar 4.18</b> Tampilan Halaman Diagram Deteksi.....	87
<b>Gambar 4.19</b> Tampilan <i>Input &amp; Output</i> Video .....	88

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Tabel Penelitian Terdahulu .....	9
<b>Tabel 2.2</b> Tingkat Kematangan Kelapa Sawit.....	21
<b>Tabel 2.3</b> Evaluasi <i>Confusion matrix</i> .....	39
<b>Tabel 3.1</b> Skenario Citra Primer.....	44
<b>Tabel 3.2</b> Karakteristik Citra Sekunder .....	47
<b>Tabel 4.1</b> Jumlah Distribusi Data Hasil Pembagian.....	62
<b>Tabel 4.2</b> Jumlah Data Primer Berdasarkan Tingkat Kematangan .....	65
<b>Tabel 4.3</b> Jumlah Data Sekunder Berdasarkan Kelas.....	65
<b>Tabel 4.4</b> Gabungan Data Primer & Data Sekunder .....	66
<b>Tabel 4.5</b> Konfigurasi <i>Training</i> .....	68
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Evaluasi Pada Perbandingan Model YOLOv8 & YOLOv12 .....	73
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Evaluasi Model YOLOv8 Berdasarkan <i>Data Test</i> .....	74
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Evaluasi Model YOLOv12 Berdasarkan Data Test.....	78
<b>Tabel 4.9</b> Perbandingan Performa Model YOLOv8 & YOLOv12 .....	82

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Hasil Uji Plagiasi .....	97
<b>Lampiran 2.</b> Kode Script .....	98

## DAFTAR NOTASI

$y$	:	Label kelas kematangan buah kelapa sawit ( <i>mentah, mengkal, matang</i> )
$\hat{y}$	:	Hasil prediksi kelas dari model deteksi
$W, b$	:	Bobot ( <i>weight</i> ) dan bias pada jaringan saraf
$f(x)$	:	Fungsi aktivasi yang digunakan pada jaringan saraf (misalnya <i>SiLU</i> atau <i>ReLU</i> )
$L$	:	Fungsi <i>loss</i> atau error total model
$TP$	:	<i>True positive</i>
$FP$	:	<i>False positive</i>
$FN$	:	<i>False negative</i>
$IoU$	:	<i>Intersection over Union (IoU)</i> , perbandingan luas area tumpang tindih antara prediksi dan <i>ground truth</i>
$mAP$	:	<i>Mean Average Precision (mAP)</i> , rata-rata presisi pada berbagai nilai <i>recall</i>
$mAP@50$	:	$mAP@50$ , nilai <i>mAP</i> pada ambang <i>IoU</i> sebesar 0.5
$mAP@50 - 95$	:	$mAP@50-95$ , nilai <i>mAP</i> rata-rata pada ambang <i>IoU</i> dari 0.5 hingga 0.95
$P$	:	$Precision = \frac{TP}{TP+FP}$
$R$	:	$Recall = \frac{TP}{TP+FN}$
$Conf(x)$	:	Nilai <i>confidence score</i> hasil prediksi model
$L_{cls}$	:	<i>Loss</i> untuk klasifikasi objek
$L_{box}$	:	<i>Loss</i> untuk regresi <i>bounding box</i>
$L_{giou}$	:	<i>Generalized IoU Loss</i> – evaluasi kualitas prediksi <i>bounding box</i>