



# Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Sawit Berbasis Deep Learning dengan Menggunakan Arsitektur Yolov5

Rudi Kurniawan<sup>1,\*</sup>, Ahmad Taqwa Martadinata<sup>2</sup>, Sandy Dwi Cahyo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Ilmu Teknik, Program Studi Rekayasa Sistem Komputer, Universitas Bina Insan, Kota Lubuklinggau  
Jl. HM Soeharto No.Kel. Lubuk Kupang, Kec. Lubuk Linggau Sel. I, Kota Lubuklinggau, Sumatera Selatan, Indonesia

<sup>2</sup>Fakultas Ilmu Teknik, Program Studi Informatika, Universitas Bina Insan, Kota Lubuklinggau  
Jl. HM Soeharto No.Kel. Lubuk Kupang, Kec. Lubuk Linggau Sel. I, Kota Lubuklinggau, Sumatera Selatan, Indonesia  
Email: <sup>1,\*</sup>rudi.kurniawan@univbinainsan.ac.id, <sup>2</sup>taqwa@univbinainsan.ac.id, <sup>3</sup>1902010060@mhs.univbinainsan.ac.id

Email Penulis Korespondensi: rudi.kurniawan@univbinainsan.ac.id

Submitted: 12/10/2023; Accepted: 30/10/2023; Published: 31/10/2023

**Abstrak**—Pengidentifikasian dan pengenalan objek dalam bidang computer vision sedang mengalami perkembangan pesat dan diaplikasikan pada berbagai bidang, mulai dari industri hingga sektor kesehatan. Hal ini tercermin dalam banyaknya penelitian yang dilakukan, di antaranya fokus pada penerapan dan personalisasi pembelajaran mesin, serta pengembangan model baru untuk menyelesaikan masalah dan tantangan tertentu. Dalam industri kelapa sawit, kematangan buah dibagi menjadi dua kategori, yaitu belum matang dan matang. Secara tradisional, kematangan buah ditentukan secara visual oleh pekerja berpengalaman berdasarkan jumlah buah yang jatuh dari tandan atau warna tandan. Namun, teknik ini memiliki kelemahan seperti berkurangnya jumlah minyak saat banyak buah jatuh dari tandan dan penilaian warna buah yang bersifat subjektif. Berdasarkan hal ini maka dibuatlah sistem yang dapat membantu untuk mendeteksi kematangan buah sawit berbasis Deep Learning dengan menggunakan YOLO v5. Tujuan penelitian ini adalah untuk membantu mengklasifikasi kematangan buah kelapa sawit dengan Algoritma YOLO v5. Dataset yang digunakan terdiri dari 1500 foto dan data anotasi dibuat dengan roboflow. Hasil akhir dibagi menjadi tiga kategori, yaitu matang, belum matang, dan busuk. Algoritma YOLOv5s digunakan untuk melatih dataset. Berdasarkan hasil estimasi model, mAP mencapai 92%, akurasi mencapai 97%, dan recall mencapai 96%. Langkah terakhir adalah pengujian sistem secara real-time.

**Kata Kunci:** Computer Vision; Machine Learning; YOLO v5; Roboflow

**Abstract**—Object identification and recognition in the field of computer vision is undergoing rapid development and is applied to various fields, ranging from industry to the health sector. This is reflected in the amount of research conducted, including a focus on the application and personalization of machine learning, as well as the development of new models to solve specific problems and challenges. In the palm oil industry, fruit maturity is divided into two categories, namely immature and ripe. Traditionally, fruit maturity is determined visually by experienced workers based on the number of fruits falling from the bunch or the color of the bunch. However, this technique has disadvantages such as the reduced amount of oil when many fruits fall from the bunch and the subjective assessment of fruit color. Therefore, the purpose of this research is to create an oil palm fruit maturity classification system based on YOLO v5. The dataset used consists of 1500 photos and the annotation data is created with roboflow. The final result is divided into three categories, namely ripe, immature, and rotten. The YOLOv5s algorithm was used to train the dataset. Based on the model estimation results, mAP reached 92%, accuracy reached 97%, and recall reached 96%. The last step is real-time system testing.

**Keywords:** Computer Vision; Machine Learning; YOLO v5; Roboflow

## 1. PENDAHULUAN

Sektor perkebunan kelapa sawit di Indonesia sedang mengalami perkembangan pesat dan kini telah menyebar di 22 provinsi yang tersebar di berbagai pulau di negeri ini. Kelapa sawit merupakan salah satu jenis tanaman yang menghasilkan minyak nabati yang paling diminati oleh masyarakat Indonesia untuk dibudidayakan. Peran industri pengolahan kelapa sawit sangat signifikan dalam mengembangkan perekonomian nasional. Industri tersebut mampu menampung hasil produksi dari para petani rakyat, meningkatkan taraf hidup petani kelapa sawit mandiri, serta menambah pemasukan devisa untuk negara. Sebab tumbuhan ini memiliki potensi yang cukup besar dalam meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan sosial bagi masyarakat[1][2]. Dalam industri kelapa sawit, tingkat kematangan dilabeli dalam dua kelas yaitu mentah dan matang, Secara tradisional, penentuan kematangan buah dilakukan secara visual oleh pekerja yang berpengalaman yaitu berdasarkan jumlah buah yang jatuh dari tandannya atau warna buah, Teknik seperti ini mempunyai beberapa kelemahan seperti kuantitas minyak yang akan berkurang bila banyak buah yang jatuh dari tandannya dan penilaian warna buah yang bersifat subyektif[3][4][5].

Untuk mengatasi permasalahan yang ada, diperlukannya suatu sistem yang dapat membantu mengklasifikasi Kematangan Buah Sawit Secara real-time berdasarkan hasil akurasi dan klasifikasi tingkat kematangannya. Metode yang di gunakan pada penelitian ini adalah You Only Look Once (YOLO). YOLO mendeteksi objek menggunakan model terpadu, di mana jaringan konvolusional tunggal secara bersamaan memprediksi beberapa kotak pembatas dan probabilitas kelas di dalam kotak tersebut. Sistem deteksi metode YOLO terbukti lebih cepat dan akurat untuk mendeteksi objek dari gambar atau gambar, sehingga paling cocok digunakan untuk deteksi objek real-time dalam video[6]. Pada penelitian ini, data yang digunakan sebanyak 1500 foto, Labelling dataset dilakukan menggunakan roboflow. Hasil labelling dataset dibagi menjadi 3 kelas yaitu matang, belum matang, dan busuk. Training dataset menggunakan algoritma YOLOv5s. Berdasarkan evaluasi

model diperoleh mAP 92%, precision 97%, recall 96 %. Tahap terakhir yaitu dilakukan pengujian sistem secara real-time.

Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Muhmaad, dkk tentang pemanfaatan metode YOLO dalam pengenalan kesegaran buah mangga dengan hasil didapatkan tingkat akurasi 73%, precision 66%, dan recall 81%, didapatkan F1-score 73%[7]. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Hilmi dkk, tentang kemampuan mendeteksi kerusakan-kerusakan gedung pada beberapa versi algoritma YOLO, hasil yang di peroleh nilai akurasi sebesar 55,7% untuk YOLOv3 ,YOLOv5s 64,3%, YOLOv5m 59%, YOLOv5x 58,89%[8]. Penelitian dengan metode Yolo untuk medeteksi korban bencana alam yang dilakukan oleh Nailul Muna, dkk memperoleh hasil Nilai Precision, Recall, dan F1 Score terbaik yaitu pada step3000 dengan nilai masing-masing 92.9%, 97.8%, dan 95.3% [9]. Penelitian yang di lakukan oleh Silvia Rostianingsih, dkk mengenai peneapan Algoritma Yolo pada aplikasi Pendeteksi senjata tajam di Android dengan hasil mAP rata-rata sebesar 53.71% dan average IoU sebesar 52.38%. YOLOv3 yang memiliki rata-rata mAP sebesar 56.24% dan average IoU sebesar 61.26%. YOLOv3-tiny memiliki rata-rata mAP sebesar 56.64% dan average IoU sebesar 43.39% [10].

Selanjutnya penelitian terkait juga yang di lakukan oleh Made, dkk mengenai sistem deteksi api menggunakan YOLOv4 dengan pengukuran kinerja sistem menggunakan confusion matrix diperoleh hasil sistem dapat mendeteksi api secara realtime, dengan training sebanyak 6000 epoch sehingga mendapatkan akurasi terbaik yaitu sebesar 96%. Serta berdasarkan hasil pengujian dan analisis menggunakan confusion matrix, didapat nilai akurasi terbaik yaitu pada video 2 sebesar 0,95 dengan nilai recall yaitu 0,99 dan nilai presisi sebesar 0,95[11]. Perbedaan penelitian yang di lakukan saat ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah bahwa pada penelitian ini objek penelitian adalah buah kelapa sawit dimana yang di diteksi adalah tingkat kematangan buah sawit yang di bagi menjadi tiga kelas, matang, belum matang dan busuk. Hasil dari penelitian ini untuk menyelesaikan permasalahan dalam mengklasifikasi kematangan kelapa sawit dengan menggunakan Sistem pendeteksi metode YOLO v5.

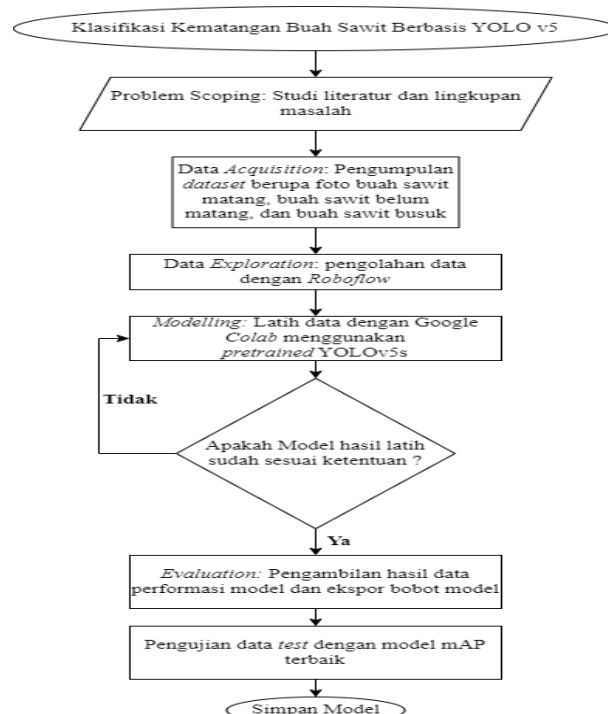
## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 You Only Look Once (YOLO) v5

Pengembangan You Only Look Once ini telah sampai di versi ke-5 yang memiliki akurasi lebih baik dari versi-versi sebelumnya. Memiliki sembilan pre-trained model, YOLO v5 memberikan pilihan untuk menyesuaikan dengan hardware yang akan digunakan sehingga dapat berjalan dengan baik sesuai hardware yang telah tersedia. Teknologi yang digunakan dalam input dari YOLO v5 Menyertakan Mosaic Data enhancement, adaptive anchor, calculation dan adaptive image scaling[12][13][14][15].

### 2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan tahapan-tahapan yang akan di lakukan pada penelitian ini. Adapun uraian dari tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini beserta uraiannya:



**Gambar 1.** Flowchart Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data Acquisition

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data. tahap ini adalah tentang memperoleh data untuk proyek yang sedang dibangun. Data dapat berupa informasi atau fakta dan statistik dikumpulkan bersama untuk referensi atau analisis. Kapan pun kita ingin proyek artificial intelligence dapat memprediksi output, kita perlu melatihnya terlebih dahulu menggunakan data. Data yang diperlukan untuk melatih model agar proyek artificial intelligence menjadi efisien harus relevan terhadap masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya. Oleh karena itu perlu menentukan tipe data sesuai masalah yang telah ditentukan. Data dapat diambil dari berbagai sumber seperti website, sensor, survey, web scraping, kamera, API, dan lain-lain.

2. Data Exploration

Tahap ini bertujuan untuk melakukan visualisasi data dari data-data yang sudah terkumpul untuk melihat tren atau pola pada data.

3. Mdelling

Dalam membangun proyek berbasis artificial intelligence, diperlukan untuk bekerja dengan algoritma artificial intelligence. Dalam memilih algoritma, perlu melihat pendekatan model apakah rule-based atau pendekatan learning. Jika telah menemukan model artificial intelligence yang tepat, maka akan dilakukan pelatihan model dengan data yang sudah terkumpul sebelumnya.

4. Evaluation

Tahap ini berisi tentang melihat performansi model yang telah dilatih dengan data latih apakah sudah bagus atau belum. Jika belum, maka dapat dilakukan hyperparameter tuning.

**2.3 Metode Pengujian Sistem**

Confusion Matrix multi class adalah metode buat mengukur kemampuan sistem pada pembagian terstruktur mengenai data menggunakan cara menghitung nilai aktualnya dibandingkan menggunakan jumlah semua data & akan dihasilkan nilai akurasi. Alasan dipilihnya confusion matrix multi class merupakan lantaran data diklasifikasikan sebagai beberapa kelas [16][17][18][19][20].

Metode confusion matrix multi class mempunyai 4 istilah untuk menampilkan hasil klasifikasi yaitu TP (true positive) yang berarti jumlah data positif yang terklasifikasi benar oleh sistem, TN (true negative) berarti jumlah data negatif yang terklasifikasi benar oleh sistem, FP (false positive) berarti jumlah data positif yang terklasifikasi salah oleh sistem, FN (false negative) berarti jumlah data negatif yang terklasifikasi salah oleh sistem. Perhitungan akurasi dalam metode ini diperoleh berdasarkan jumlah nilai diagonal confusion matrix dibagi menggunakan total nilai prediksi. Gambar nilai Confusion Matrix bisa dilihat pada gambar 2 dibawah ini:

Nilai Aktual

		Nilai Aktual	
		Positive	Negative
Nilai Prediksi	Positive	<b>TP</b>	<b>FP</b>
	Negative	<b>FN</b>	<b>TN</b>

**Gambar 2.** Confusion Matrix

Kita dapat mengukur confusion matrix untuk menghitung berbagai performance metrics untuk mengukur kinerja model yang telah dibuat. Berikut adalah beberapa performance metrics :

1. Accuracy

Accuracy menggambarkan seberapa akurat model dapat mengklasifikasikan dengan benar. Maka, Accuracy merupakan rasio prediksi benar (positif dan negatif) dengan keseluruhan data. Dengan Kata lain, Accuracy merupakan tingkat kedekatan nilai prediksi dengan nilai aktual. Nilai accuracy dapat diperoleh dengan persamaan berikut.

$$accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \tag{1}$$

2. Precision (Positive Predictive Value)

Precision menggambarkan tingkat keakuratan antara data yang diminta dengan hasil prediksi yang diberikan oleh model. Maka, precision merupakan rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan hasil yang diprediksi positif. Dari semua kelas positif yang telah di prediksi dengan benar, berapa banyak data yang benar-benar positif. Nilai precision dapat diperoleh dengan persamaan berikut.

$$accuracy = \frac{TP}{TP+FP} \tag{2}$$

3. Recall (True Positive Rate)

Recall menggambarkan keberhasilan model dalam menemukan kembali sebuah informasi. Maka recall merupakan rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan data yang benar positif. Nilai recall dapat diperoleh dengan persamaan berikut.

$$\text{recall} = \frac{TP}{TP+FN} \tag{3}$$

4. F-1 Score

F-1 Score menggambarkan perbandingan rata-rata precision dan recall yang dibobotkan. Accuracy tepat kita gunakan sebagai acuan performansi algoritma jika dataset memiliki jumlah dataset data false negatif dan false positif yang sangat mendekati. Maka sebaiknya kita menggunakan F-1 Score sebagai acuan.

$$F1 - \text{score} = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} = \frac{2TP}{2TP+FP+FN} \tag{4}$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengambilan Dataset

Sumber data diambil langsung di kebun petani masyarakat Kabupaten Musi Rawas, dalam pengumpulan data pada penelitian ini data yang dikumpulkan adalah foto buah sawit matang, belum matang dan busuk. Data tersebut dapat dilihat pada gambar 3, 4 dan 5 dibawah ini:



Gambar 3. Dataset Buah Sawit Mentah



Gambar 4. Dataset Buah Sawit Busuk



Gambar 5. Dataset Buah Sawit Matang

#### 3.2 Pengolahan data awal (Preprocessing)

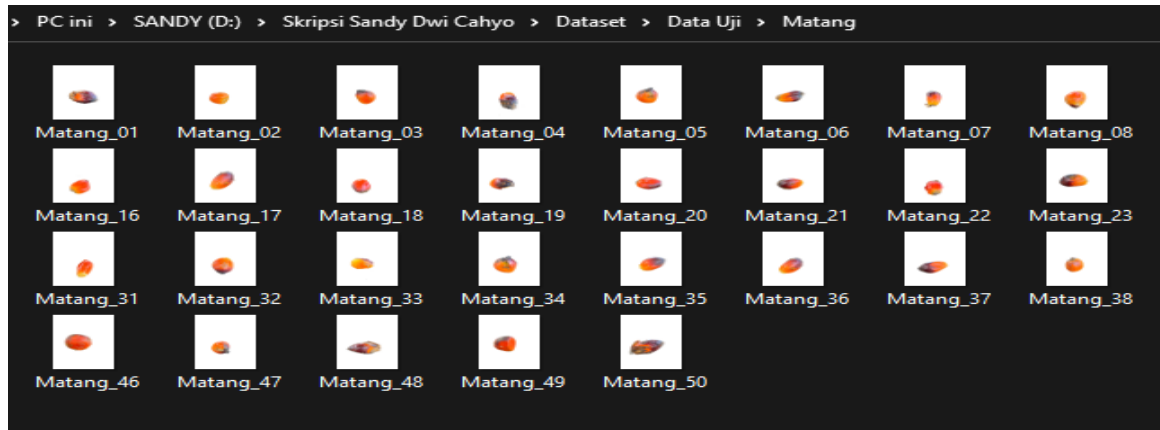
Tahap pengolahan data awal dilakukan agar dapat memperoleh hasil akurasi yang maksimal. Tahapan ini juga mempermudah dalam mendapatkan nilai ekstraksi ciri. Dalam penelitian ini preprocessing yang dilakukan adalah memotong citra (cropping) dan resize.

a. Memotong Citra (Cropping)

Proses cropping adalah proses memotong citra dengan menghilangkan area terluar guna membuat gambar menjadi seragam dan fokus.

b. **Resize citra**

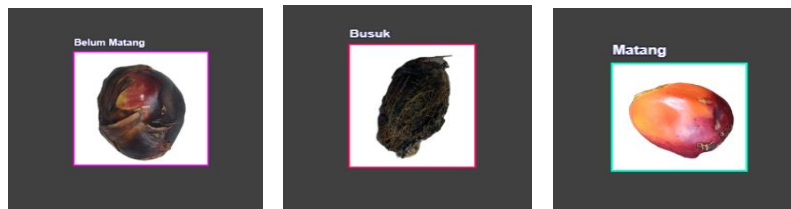
Resize citra merupakan teknik untuk mengubah ukuran citra menjadi lebih besar atau lebih kecil dari citra. Citra klasifikasi kematangan buah sawit pada penelitian ini di resize menjadi ukuran 640x640 pixel. Gambar datasetnya dapat dilihat di gambar 6 berikut ini:



**Gambar 6.** Dataset 640x640 pixel

**3.3 Labelling**

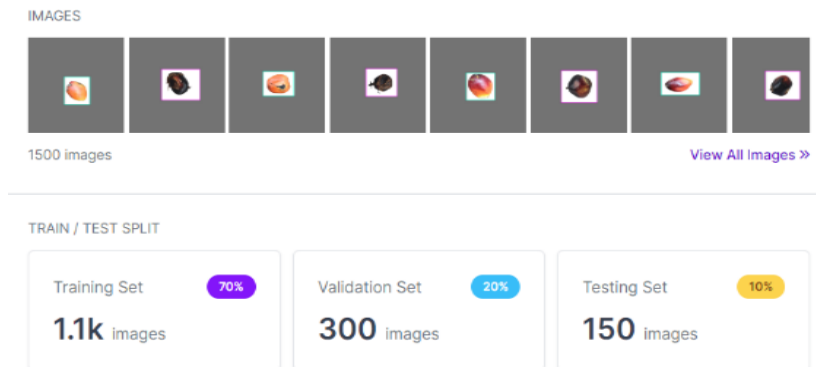
Labelling merupakan proses pembagian kelas pada setiap foto menggunakan website Roboflow. Dalam penelitian ini menggunakan tiga kelas yaitu buah sawit matang, belum matang dan busuk. Gambar 7 di bawah ini menunjukkan foto gambar buah sawit matang, belum matang dan busuk.



**Gambar 7.** Labelling Dataset

**3.4 Data Split**

Data split dilakukan di website Roboflow dataset yang sudah di resizing dan labelling selanjutnya data dibagi 3 jenis data yaitu 70 % data train, 20% data Valid, dan 10 % data test. Untuk mempermudah proses training serta untuk mengurangi terjadinya overfitting dan underfitting pada dataset. Gambar 8 menunjukkan data split yang di lakukan di website.

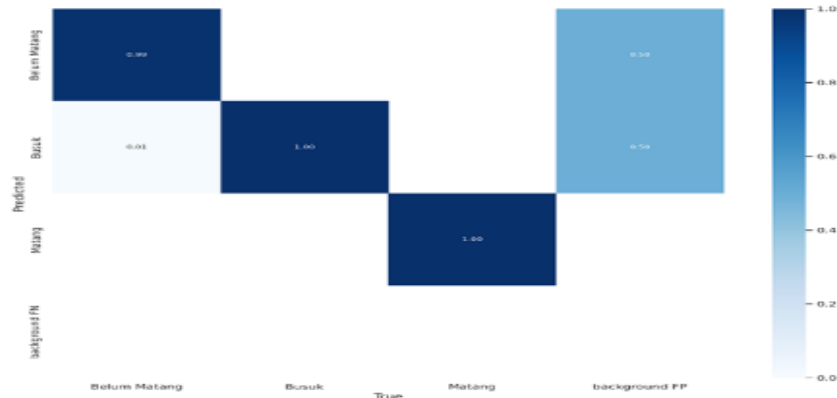


**Gambar 8.** Data Split

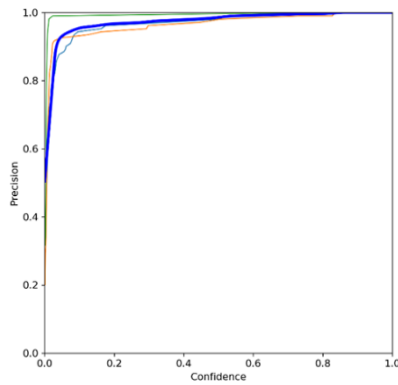
**3.5 Modelling and Training data**

Gambar 9 di bawah ini menunjukkan proses Export hasil modelling di roboflow. Sementara Source kode pada gambar 10 adalah contoh code yang akan dijalankan pada google colab untuk meng-import dataset dari roboflow pada google colab. Setelah disalin source pada roboflow maka code dijalankan pada google colab. Setelah dataset sudah di import pada google colab maka langkah selanjutnya yaitu proses training atau melatih dataset untuk meningkatkan akurasi pada sistem dan agar tidak terjadi salah pendeteksian objek pada dataset, proses ini menggunakan pre-trained yolov5

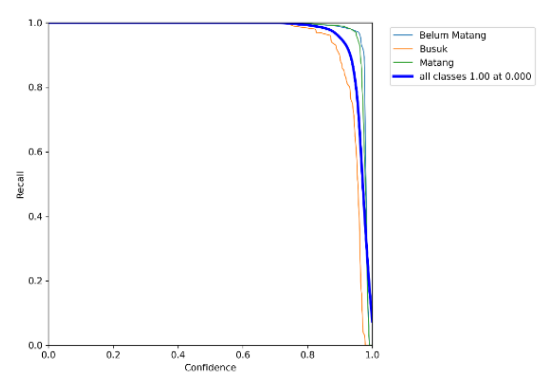




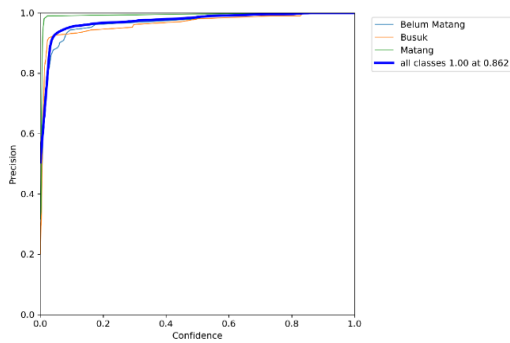
**Gambar 12.** Confusion Matrix Class



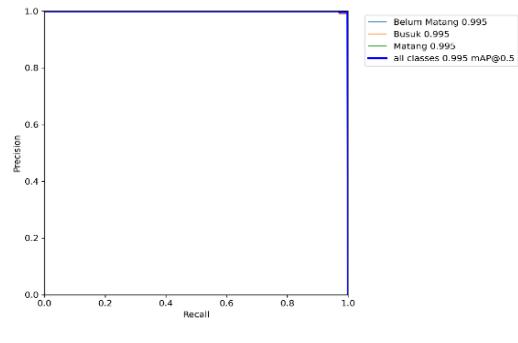
**Gambar 13.** F1-Score Curva



**Gambar 14.** Recall Curva



**Gambar 15.** Precision Curva



**Gambar 16.** Prediction Curva

Pada hasil training dataset di atas menggunakan algoritma YOLO v5s dapat disimpulkan nilainya pada tabel 1 berikut ini:

**Tabel 1.** Hasil Training Dataset

Class	Images	Labels	Precision	Recall	mAP	Accuracy
all	300	100	0.995	1	0.995	0.969
Belum Matang	300	100	0.997	1	0.995	0.973
Busuk	300	100	0.989	1	0.995	0.95
Matang	300	100	0.999	1	0.995	0.984

#### 4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini untuk membantu permasalahan dalam mengklasifikasi kematangan buah sawit dengan menggunakan Sistem pendeteksi metode YOLO v5 untuk memecahkan masalah, serta mendapatkan nilai akurasi sebesar 90%. Serta sistem berhasil mendeteksi kematangan buah sawit matang, belum matang, dan busuk dengan benar. Tujuannya untuk membuat sistem klasifikasi kematangan buah sawit berbasis YOLO v5. Data yang digunakan sebanyak 1500 foto, Labelling dataset dilakukan menggunakan roboflow. Hasil labelling dataset dibagi



menjadi 3 kelas yaitu matang, belum matang, dan busuk. Training dataset menggunakan algoritma YOLOv5s. Berdasarkan evaluasi model diperoleh mAP 92%, precision 97%, recall 96 %. Tahap terakhir yaitu dilakukan pengujian sistem secara real-time.

## REFERENCES

- [1] Q. Aini, N. Lutfiani, H. Kusumah, and M. S. Zahran, “Deteksi dan Pengenalan Objek Dengan Model Machine Learning: Model Yolo,” *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.*, vol. 6, no. 2, p. 192, 2021, doi: 10.24114/cess.v6i2.25840.
- [2] E. F. Himmah, M. Widyaningsih, and M. Maysaroh, “Identifikasi Kematangan Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Warna RGB Dan HSV Menggunakan Metode K-Means Clustering,” *J. Sains dan Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 193–202, 2020, doi: 10.34128/jsi.v6i2.242.
- [3] D. Iskandar Mulyana, M. Faizal Lazuardi, and M. Betty Yel, “Deteksi Bahasa Isyarat Dalam Pengenalan Huruf Hijaiyah Dengan Metode YOLOV5,” *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, vol. 4, pp. 145–151, 2022.
- [4] W. A. Aji, S. A. Saloko, I. Kurniawan, and M. A. Nurcahya, “The Effect of Rainfall and Rain Days On Palm Oil Production,” *Trop. Plant. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 16–20, 2022, doi: 10.56125/tpj.v1i1.3.
- [5] F. Agustina, “Deteksi Kematangan Buah Pepaya Menggunakan Algoritma YOLO Berbasis Android,” *J. Ilm. Infokam*, vol. 18, no. 2, pp. 70–78, 2022, doi: 10.53845/infokam.v18i2.320.
- [6] L. Susanti, N. K. Daulay, and B. Intan, “Sistem Absensi Mahasiswa Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma YOLOv5,” *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 10, no. 2, p. 640, 2023, doi: 10.30865/jurikom.v10i2.6032.
- [7] M. S. Nuha and R. Alexandro H., “Pemanfaatan Yolo untuk Pengenalan Kesegaran Buah Mangga,” *Joutica*, vol. 7, no. 1, p. 513, 2022, doi: 10.30736/jti.v7i1.747.
- [8] F. H. Zain and H. Santoso, “Sistem Deteksi Kerusakan Gedung Menggunakan Algoritma YOU ONLY LOOK ONCE Dengan Unmanned Aero Vehicle,” *J. Politek. Negeri Jakarta*, pp. 1–40, 2021.
- [9] M. Sarosa and N. Muna, “Implementasi Algoritma You Only Look Once ( Yolo ) Untuk Implementation of You Only Look Once ( Yolo ) Algorithm for,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 4, pp. 787–792, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184407.
- [10] C. N. Liunanda, S. Rostianingsih, and A. N. Purbowo, “Implementasi Algoritma YOLO pada Aplikasi Pendeteksi Senjata Tajam di Android,” *J. Infra*, vol. Vol 8, No., pp. 1–7, 2020.
- [11] M. R. Prasanta and M. Y. Pranata, “Perancangan Sistem Deteksi Api Menggunakan Framework YOLOv4,” ... *Semin. Nas. Teknol. ...*, pp. 183–187, 2021, [Online]. Available: <https://semnastera.polteksmi.ac.id/index.php/semnastera/article/view/243>.
- [12] G. I. E. Soen, Marlina, and Renny, “Implementasi Cloud Computing dengan Google Colaboratory Pada Aplikasi Pengolah Data Zoom Participants,” *J. Inform. Technol. Commun.*, vol. 6, no. 1, pp. 24–30, 2022.
- [13] A. Wibowo, L. Lusiana, and T. K. Dewi, “Implementasi Algoritma Deep Learning You Only Look Once (YOLOv5) Untuk Deteksi Buah Segar Dan Busuk,” *Paspalum J. Ilm. Pertan.*, vol. 11, no. 1, p. 123, 2023, doi: 10.35138/paspalum.v11i1.489.
- [14] D. N. Nugroho and L. Anifah, “Perancangan Sistem Deteksi Objek Bola Dan Gawang Pada Robot Sepakbola Menggunakan Metode Darknet YOLO,” *J. Inf. Eng. Educ. Technol.*, vol. 07, pp. 22–29, 2023.
- [15] I. Salamah, M. R. A. Said, and S. Soim, “Perancangan Alat Identifikasi Wajah Dengan Algoritma You Only Look Once (YOLO) Untuk Presensi Mahasiswa,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 3, p. 1492, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i3.4399.
- [16] E. S. Huzain Azis, Fadhila Tangguh Admojo, “Analisis Perbandingan Performa Metode Klasifikasi pada Dataset Multiclass Citra Busur Panah,” vol. 19, no. 3, pp. 286–294, 2020, doi: 10.33633/tc.v19i3.3646.
- [17] D. Chicco and G. Jurman, “The advantages of the Matthews correlation coefficient (MCC) over F1 score and accuracy in binary classification evaluation,” *BMC Genomics*, vol. 21, no. 1, pp. 1–13, 2020, doi: 10.1186/s12864-019-6413-7.
- [18] D. Normawati and S. A. Prayogi, “Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter,” *J. Sains Komput. Inform. (J-SAKTI)*, vol. 5, no. 2, pp. 697–711, 2021.
- [19] M. K. Suryadewiansyah and T. E. E. Tju, “Naïve Bayes dan Confusion Matrix untuk Efisiensi Analisa Intrusion Detection System Alert,” *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 8, no. 2, pp. 81–88, 2022, doi: 10.25077/teknosi.v8i2.2022.81-88.
- [20] A. A. Laila Qadrini, Andi Seppewali, “Decision Tree dan Adaboostpada Klasifikasi Penerima Program Bantuan Sosial,” *Decis. Tree Dan Adab. Pada Klasifikasi Penerima Progr. Bantu. Sos.*, vol. 2, no. 7, pp. 1959–1966, 2021.