

Implementasi Algoritma YOLOv8 dalam Identifikasi Kematangan Buah Kelapa

Alfaiz Alafi Luthfie¹, Alamsyah²

^{1,2}Jurusan Ilmu Komputer, FMIPA, Universitas Negeri Semarang
Email: faizalafiluthfie@gmail.com, alamsyah@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Faktor penting dalam memastikan kualitas buah kelapa pada industri adalah metode yang digunakan dalam menentukan tingkat kematangan buah kelapa secara akurat. Metode saat ini masih menggunakan metode tradisional yang rentan terhadap kesalahan manusia dan cenderung memakan waktu yang lama. Dibutuhkan metode yang lebih modern dengan pendekatan otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam identifikasi kematangan buah kelapa. Metode Algoritma *You Only Look Once* versi 8 (YOLOv8) diusulkan dalam penelitian ini yang digunakan sebagai identifikasi tingkat kematangan buah kelapa berdasarkan data objek gambar. YOLOv8 merupakan algoritma terbaru dalam deteksi objek yang memiliki kecepatan dan presisi pengenalan objek secara cepat, tepat dan akurat. Model dilatih dengan jumlah 230 *dataset* berupa gambar yang terdiri dari 2 *classes*, yaitu Kelapa Muda dan Kelapa Matang. Hasil pengujian model YOLOv8 mampu mengidentifikasi tingkat kematangan buah kelapa dengan nilai *mAP*, *precision*, *recall*, *F1-Score* yang tinggi dan memuaskan. Hasil percobaan mendapatkan nilai *mAP* sebesar 86,6%, *precision* 82,6%, *recall* 77,9% dan *F1-Score* 78%. Diharapkan dengan adanya metode penelitian ini dapat membantu meningkatkan efisiensi dalam proses pemanenan menggunakan sistem deteksi kematangan buah kelapa di bidang industri pengolahan kelapa.

Kata Kunci: Machine Learning, YOLOv8, Deteksi Objek, Kelapa, CNN.

Abstract

*An important factor in ensuring the quality of coconut fruit in the industry is the method used to accurately determine the maturity level of coconut fruit. Current methods still use traditional methods that are prone to human error and tend to take a long time. A more modern method with an automation approach is needed to improve efficiency and accuracy in the identification of coconut fruit maturity. The You Only Look Once Algorithm version 8 (YOLOv8) method is proposed in this study which is used as an identification of coconut fruit maturity level based on image object data. YOLOv8 is the latest algorithm in object detection that has the speed and precision of object recognition quickly, precisely and accurately. The model was trained with a total of 230 datasets in the form of images consisting of 2 classes, namely Young Coconut and Ripe Coconut. The test results of the YOLOv8 model are able to identify the maturity level of coconut fruit with high and satisfactory values of *mAP*, *precision*, *recall*, *F1-Score*. The experimental results obtained a *mAP* value of 86.6%, *precision* 82.6%, *recall* 77.9%, and *F1-Score* 78%. It is hoped that this research method can help improve efficiency in the harvesting process using a coconut maturity detection system in the coconut processing industry.*

Keyword: Machine Learning, YOLOv8, Object Detection, Coconut, CNN.

1. PENDAHULUAN

Industri pertanian sangat penting untuk memenuhi kebutuhan pangan manusia di seluruh dunia [1]. Karena populasi manusia terus meningkat, peningkatan produktivitas dan efisiensi bahan pangan sangat penting [2]. Buah kelapa dapat digunakan sebagai produk olahan, makanan, dan minuman, sehingga menjadikannya salah satu komoditas penting dalam pertanian [3]. Buah kelapa juga memiliki banyak manfaat di bidang perekonomian maupun bidang kesehatan [4], [5]. Proses pemanenan buah kelapa melibatkan banyak masalah dan kesulitan, seperti menemukan kematangan yang tidak akurat dan efisien, yang dapat berdampak pada kualitas buah kelapa [6]. Buah kelapa yang dipanen terlalu cepat atau terlambat akan mengurangi nilai rasa, tekstur, dan kualitas gizinya [7]. Kebanyakan proses pemanenan dilakukan secara tradisional melalui penilaian visual, seperti warna kulit dan ukuran buah, tetapi metode ini memiliki kekurangan dan rentan terhadap kesalahan karena persepsi yang berbeda antara orang dan subjektivitas mereka [8]. Selain itu, memakan waktu yang lama, tidak efektif, dan membutuhkan biaya tenaga kerja yang tinggi [9].

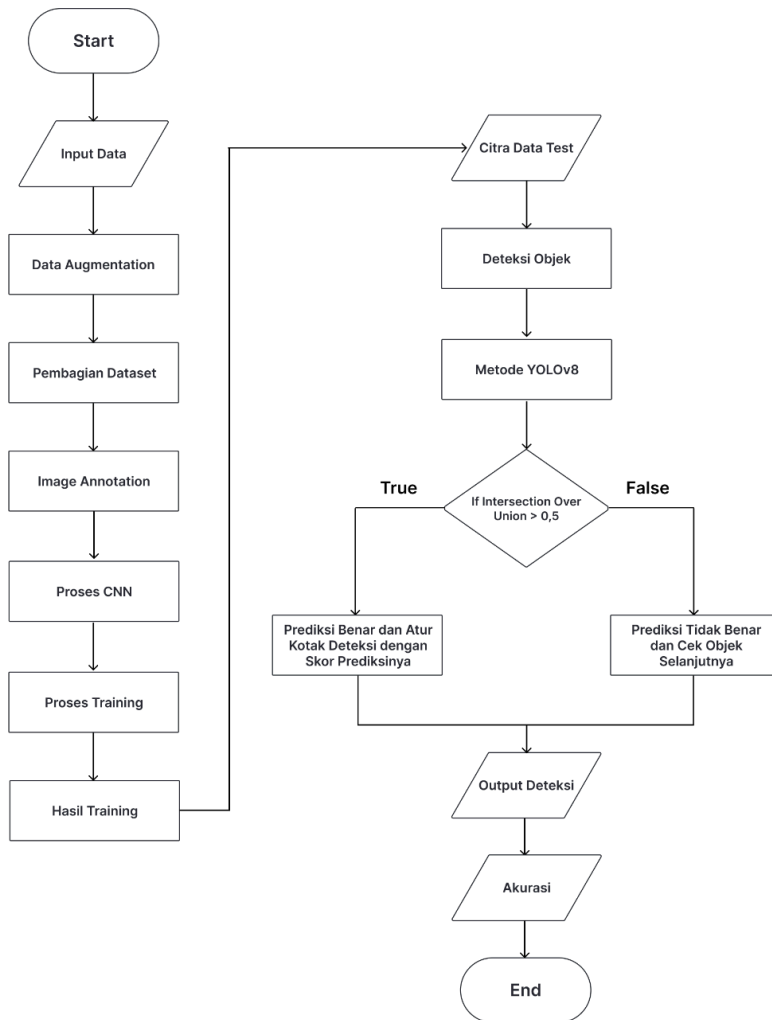
Perkembangan teknologi memberikan dampak yang positif di bidang pertanian [1], [10]. Salah satu hasil dari perkembangan teknologi yaitu *Artificial intelligence* (AI) [11] yang memberikan banyak manfaat, termasuk peningkatan kualitas dan produktivitas hasil panen [12]. Membuat sistem berbasis AI dengan algoritma tertentu yang dapat mengidentifikasi tingkat kematangan buah kelapa secara akurat merupakan salah satu solusi dari permasalahan tersebut [13]. Salah satu algoritma yang mumpuni adalah YOLOv8 [14].

YOLO diperkenalkan oleh Joseph Redmon pada tahun 2016 dalam makalahnya dengan judul “You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection” yang digunakan untuk melakukan object detection [15]. Algoritma YOLOv8 adalah versi model YOLO terbaru yang dikembangkan oleh Ultralytics untuk melakukan segmentasi instance, klasifikasi gambar dan deteksi object [16], [17]. Berdasarkan pemaparan latar belakang sebelumnya, penelitian ini akan berfokus terhadap cara mengimplementasikan algoritma YOLOv8 untuk mengidentifikasi tingkat kematangan pada buah kelapa.

2. METODE

2.1. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan komponen yang penting ketika melakukan sebuah penelitian. Pada penelitian ini menggunakan metode algoritma YOLOv8 dan disajikan alur metode melalui flowchart yang ditampilkan pada Gambar 3.1. Untuk penjelasan lebih rinci, akan dijelaskan di bagian selanjutnya



Gambar 1. Flowchart Metode YOLOv8

2.1.1 Input Data

Tahap Pertama, dataset yang akan dilatih dimasukkan untuk dilakukan proses pelatihan. Dataset ini berasal dari internet dan terdiri dari 202 gambar buah kelapa yang masih ada di pohon dengan berbagai tingkat kematangan, termasuk kelapa muda dan kelapa matang.

2.1.2 Data Augmentation

Proses augmentation digunakan untuk meningkatkan kuantitas, kualitas, dan variasi data pelatihan dari set data [18]. Teknik augmentasi seperti pembalikan horizontal dan vertikal, pengecilan gambar, dan transformasi warna (saturasi, rona, dan pencahayaan) digunakan sebelum mengumpulkan dan memproses data gambar. Tujuannya adalah untuk menjamin generalisasi model yang efektif untuk mengidentifikasi tingkat

kematangan kelapa, meningkatkan akurasi model arsitektur, dan mengurangi kemungkinan overfitting.

2.1.3 Pembagian Dataset

Dataset dibagi menjadi tiga bagian yaitu data test, data validation, dan data train. Pembagian dataset adalah bagian penting dari proses pelatihan machine learning. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa model yang telah dibangun dapat digeneralisasi dan berfungsi dengan baik pada data baru. Dataset, yang terdiri dari 202 gambar dengan berbagai tingkat kematangan kelapa, dibagi menjadi 19 data untuk test, 39 data untuk validation, dan 144 data untuk train.

2.1.4 Image Annotation

Menambahkan informasi ke dalam gambar, seperti label, bounding box, segmentasi, metadata, dan landmark, sesuai dengan kelasnya. Tujuan melakukan anotasi gambar adalah untuk membuat dataset training yang akan digunakan dalam *machine learning*. Aplikasi web Roboflow digunakan untuk membantu proses anotasi dataset.

2.1.5 Proses Training

Proses Training yang dilakukan yaitu pengoptimalan, pengaturan parameter, augmentasi data, *backpropagation*, evaluasi. Proses Training dilakukan agar target object dapat dideteksi.

2.1.6 Hasil Training

Output atau hasil dari proses training adalah file *weight* yang dapat digunakan oleh sistem untuk mendeteksi objek.

2.1.7 Citra Data Test

Data test digunakan sebagai data uji percobaan file *weight* hasil dari proses training. Data test yang diinputkan berjumlah 19.

2.1.8 Deteksi Objek

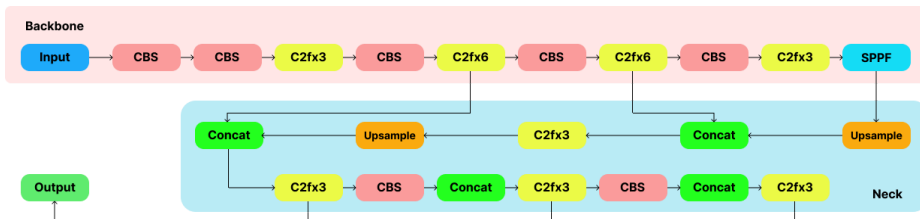
Tahap deteksi objek yaitu mengenali objek yang akan dideteksi berdasarkan file *weight* hasil dari proses training yang sudah dilakukan.

2.1.9 Metode YOLOv8

Dataset yang sudah melalui proses *image annotation* akan dilatih dengan YOLOv8. Arsitektur YOLOv8 terdiri dari *backbone* dan *neck*. Pada bagian *backbone* arsitekturnya hampir sama dengan YOLOv5, modul C3 yang digunakan pada YOLOv5 diganti dengan modul C2f berdasarkan CSP (*Cross-Stage Parial*) [19]. Modul C2f dibuat dengan menggunakan C3 dan ELAN (*Efficient Layer Aggregation Network*) pada YOLOv7 sehingga kemampuan YOLOv8 dalam memperoleh informasi gradien lebih baik dan bobot pelatihan yang ringan. Pada bagian akhir *backbone* menggunakan modul SPPF (*Spatial Pyramid Pooling Fast*) dan gabungan tiga *Maxpool* yang berukuran 5x5 sehingga keakuratan lebih terjamin dan bobot yang dihasilkan menjadi lebih ringan.

Pada bagian *neck* menggunakan fitur PAN-FPN (*Path Aggregation Network-Feature Pyramid Network*) untuk meningkatkan informasi fitur layer dengan skala yang

berbeda. Menggabungkan kotak *confidence* dan regresi untuk meningkatkan akurasi dengan cara menambahkan beberapa metode *unsampling* dan C2f.



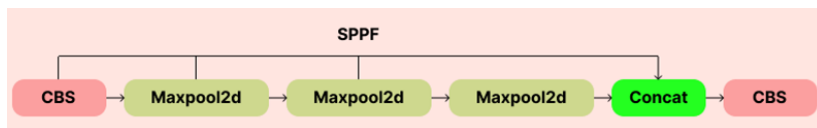
Gambar 2. Arsitektur YOLOv8

CBS adalah bagian dari *backbone* YOLOv8 yang menggunakan hierarki *cross-stage* dengan menggabungkan dan memisahkan fitur map yang bertujuan untuk meningkatkan optimalisasi gradien. CBS dapat mempermudah proses komputasi dan meningkatkan akurasi sehingga kinerja dari ekstraksi fitur menjadi lebih efisien. Untuk struktur CBS dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur CBS

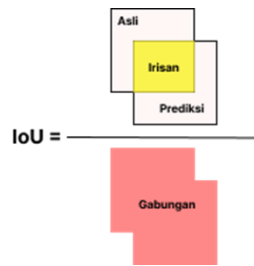
SPPF terletak pada bagian ujung *backbone* untuk meningkatkan bidang reseptif jaringan dan meningkatkan akurasi deteksi objek yang memiliki ukuran dan kompleksitas yang berbeda. SPPF menggunakan *pooling operations* untuk mengekstrak fitur dengan skala yang bervariasi sehingga model dapat menangkap informasi dan konteks secara efektif [20]. Struktur SPPF dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur SPPF

2.1.10 Intersection Over Union Condition

Untuk melakukan evaluasi algoritma YOLOv8, IoU sebesar 0,5 akan digunakan. Jika hasil IoU kurang dari 0,5 algoritma akan menilai prediksi tidak benar dan akan mengecek objek selanjutnya. Jika hasil IoU lebih dari 0,5 maka algoritma menganggap prediksi benar dan akan menampilkan *bounding box* dengan skor prediksinya. Untuk ilustrasi IoU dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Ilustrasi IoU

2.1.11 Output Deteksi

Pada tahap ini akan menampilkan hasil deteksi yang sudah melalui proses metode YOLOv8 yang terdiri dari label kelas yang dikenali pada objek, citra data test, dan bounding box.

2.1.12 Akurasi

Akurasi pada YOLOv8 ditentukan menggunakan beberapa metrik utama seperti nilai precision, recall, mAP (mean Average Precision) dan F1-Score. Untuk perhitungan masing-masing metrik sebagai berikut :

$$Recall = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad (1)$$

$$Precision = \frac{TP}{(TP+FP)} \quad (2)$$

$$mAP = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AP_i \quad (3)$$

$$F1 - Score = 2 \times \frac{(Precision \times Recall)}{(Precision + Recall)} \quad (4)$$

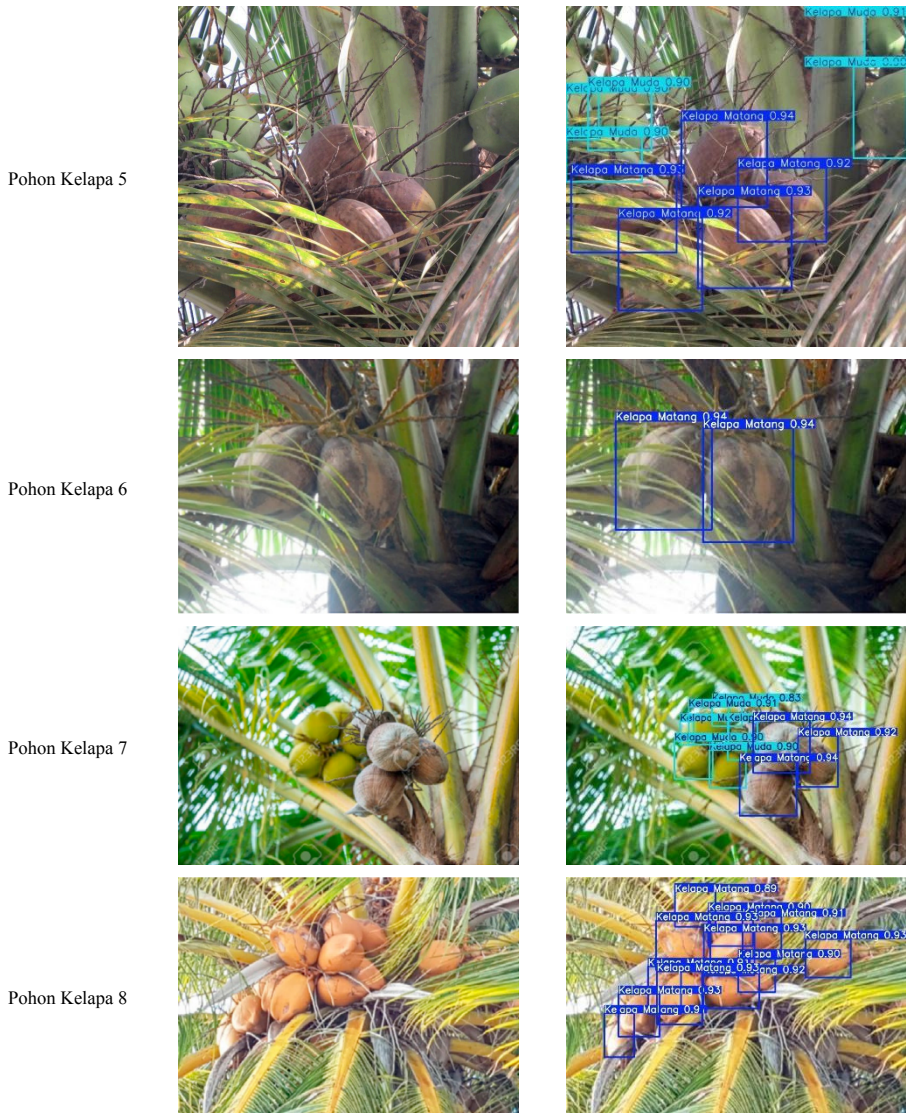
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

Hasil pengujian dilakukan dengan menggunakan hasil file yang sudah dilatih pada tahap training data dengan algoritma YOLOv8. Untuk hasil pengujian bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian

Nama Gambar	Data Test	Hasil Deteksi
Pohon Kelapa 1		
Pohon Kelapa 2		
Pohon Kelapa 3		
Pohon Kelapa 4		



3.2 Kinerja Model

Model YOLOv8 menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mendeteksi tingkat kematangan buah kelapa dengan nilai mAP sebesar 86,6%, *precision* 82,6%, recall 77,9% dan F1-Score 78%. Ini menandakan bahwa model cukup efektif dalam mengidentifikasi kematangan buah kelapa dengan benar, dengan hanya sedikit kesalahan prediksi

4. SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa YOLOv8 mampu mendeteksi kematangan buah kelapa dengan baik, dengan nilai mAP sebesar 86,6%, *precision* 82,6%, *recall* 77,9% dan F1-Score 78%. Model ini mampu menunjukkan kinerja yang baik di berbagai kondisi lingkungan, walaupun ada beberapa tantangan pada kondisi gambar dengan pencahayaan rendah dan kualitas gambar yang rendah. Dengan kecepatan dan akurasi yang mumpuni, YOLOv8 cocok untuk aplikasi real-time kedepannya, seperti pemantauan video di perkebunan dan sistem kontrol kualitas berbasis deteksi kematangan buah.

5. REFERENSI

- [1] D. Uztürk and G. Büyüközkan, "Industry 4.0 technologies in Smart Agriculture: A review and a Technology Assessment Model proposition," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 208, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.techfore.2024.123640.
- [2] F. Costa, S. Frecassetti, M. Rossini, and A. Portioli-Staudacher, "Industry 4.0 digital technologies enhancing sustainability: Applications and barriers from the agricultural industry in an emerging economy," *J Clean Prod*, vol. 408, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2023.137208.
- [3] A. Ateneo, F. M. Dayrit, and Q. Nguyen, "Improving the Value of the Coconut with Biotechnology Improving the Value of the Coconut with Biotechnology Part of the Organic Chemistry Commons, and the Other Chemistry Commons." [Online]. Available: <https://archium.ateneo.edu/chemistry-faculty-pubs>
- [4] S. Bhoj, A. Manoj, and S. Bhaskar, "Usage potential and benefits of processed coconut shells in concrete as coarse aggregates," *Mater Today Proc*, 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2023.03.529.
- [5] F. Camargo Prado, J. De Dea Lindner, J. Inaba, V. Thomaz-Soccol, S. Kaur Brar, and C. R. Soccol, "Development and evaluation of a fermented coconut water beverage with potential health benefits," *J Funct Foods*, vol. 12, pp. 489–497, Jan. 2015, doi: 10.1016/j.jff.2014.12.020.
- [6] R. P. M. Aba, M. B. Z. Luna, J. C. Villasis, and A. A. A. Ching, "Characterization of mature coconut (*Cocos nucifera* L.) water from different varieties," *Food and Humanity*, vol. 2, p. 100248, May 2024, doi: 10.1016/j.foohum.2024.100248.
- [7] W. H. Coulibaly *et al.*, "Nutritional profile and functional properties of coconut water marketed in the streets of Abidjan (Côte d'Ivoire)," *Sci Afr*, vol. 20, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.sciaf.2023.e01616.
- [8] R. K. Mandava, H. Mittal, and N. Hemalatha, "Identifying the maturity level of coconuts using deep learning algorithms," *Mater Today Proc*, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2023.09.071.
- [9] I. Kutyaaripo, M. Rushambwa, and L. Chiwazi, "Artificial intelligence applications in the agrifood sectors," *J Agric Food Res*, vol. 11, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.jafr.2023.100502.

- [10] F. Maffezzoli, M. Ardolino, A. Bacchetti, M. Perona, and F. Renga, "Agriculture 4.0: A systematic literature review on the paradigm, technologies and benefits," *Futures*, vol. 142, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.futures.2022.102998.
- [11] M. R. H. Polas, A. Afshar Jahanshahi, A. I. Kabir, A. S. M. Sohel-Uz-Zaman, A. R. Osman, and R. Karim, "Artificial Intelligence, Blockchain Technology, and Risk-Taking Behavior in the 4.0IR Metaverse Era: Evidence from Bangladesh-Based SMEs," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 8, no. 3, Sep. 2022, doi: 10.3390/joitmc8030168.
- [12] V. Sachithra and L. D. C. S. Subhashini, "How artificial intelligence uses to achieve the agriculture sustainability: Systematic review," *Artificial Intelligence in Agriculture*, vol. 8, pp. 46–59, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.aiaa.2023.04.002.
- [13] J. Chen *et al.*, "Detecting ripe fruits under natural occlusion and illumination conditions," *Comput Electron Agric*, vol. 190, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.compag.2021.106450.
- [14] Y. Zhang, "YOLO Series Target Detection Technology and Application," 2023.
- [15] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection," 2016. [Online]. Available: <http://pjreddie.com/yolo/>
- [16] R. Sapkota, D. Ahmed, and M. Karkee, "Comparing YOLOv8 and Mask R-CNN for instance segmentation in complex orchard environments," *Artificial Intelligence in Agriculture*, vol. 13, pp. 84–99, Sep. 2024, doi: 10.1016/j.aiaa.2024.07.001.
- [17] M. Sohan, T. Sai Ram, and Ch. V. Rami Reddy, "A Review on YOLOv8 and Its Advancements," 2024, pp. 529–545. doi: 10.1007/978-981-99-7962-2_39.
- [18] G. Lin, J. Z. Jiang, J. Bai, Y. W. Su, Z. H. Su, and H. S. Liu, "Frontiers and developments of data augmentation for image: From unlearnable to learnable," Feb. 01, 2025, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.inffus.2024.102660.
- [19] E. Casas, L. Ramos, C. Romero, and F. Rivas-Echeverría, "A comparative study of YOLOv5 and YOLOv8 for corrosion segmentation tasks in metal surfaces," *Array*, vol. 22, Jul. 2024, doi: 10.1016/j.array.2024.100351.
- [20] H. Lou *et al.*, "DC-YOLOv8: Small-Size Object Detection Algorithm Based on Camera Sensor," *Electronics (Switzerland)*, vol. 12, no. 10, May 2023, doi: 10.3390/electronics12102323.