

Evaluasi Performa YOLOv8 Instance Segmentation dalam Segmentasi Hama dan Penyakit pada Bawang Merah

^{1*}Rika Wahyu Syaputri, ²Resty Wulanningrum, ³Siti Rochana

¹²³ Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹rikaaputri2103@gmail.com, ²restyw@unpkdr.ac.id, ³sitirochana@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Rika Wahyu Syaputri

Abstrak— Bawang merah merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki peran penting sebagai bahan pangan dan rentan terhadap serangan hama dan penyakit. Oleh karena itu, deteksi yang cepat dan akurat sangat dibutuhkan untuk menjaga kualitas hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja varian YOLOv8 dalam tugas segmentasi contoh serangan hama dan penyakit pada tanaman bawang merah menggunakan citra digital. Empat model dievaluasi, yaitu YOLOv8n-seg, YOLOv8s-seg, YOLOv8m-seg, dan YOLOv8l-seg. Model-model tersebut dievaluasi menggunakan metrik mAP, *precision*, dan *recall*. Dataset terdiri dari gambar bawang yang telah dianotasi dengan format YOLO. Hasil penelitian menunjukkan bahwa YOLOv8s memberikan hasil segmentasi yang seimbang dan akurat dalam hal kompleksitas model dan akurasi segmentasi dibandingkan dengan versi lainnya. Namun, peningkatan jumlah dan variasi data diperlukan untuk meningkatkan akurasi yang lebih tinggi. Penelitian ini dapat menjadi referensi dalam memilih model segmentasi yang tepat di bidang pertanian.

Kata Kunci— Bawang Merah, Deteksi Hama dan Penyakit, Segmentasi, YOLOv8

Abstract— Shallots are an agricultural commodity that has an important role as food and is vulnerable to pests and diseases. Therefore, fast and accurate detection is needed to maintain the quality of the harvest. This study aims to compare the performance of YOLOv8 variants in the task of segmentation instances of pest and disease attacks on shallot plants using digital images. Four models were evaluated, namely YOLOv8n-seg, YOLOv8s-seg, YOLOv8m-seg, and YOLOv8l-seg. The models were evaluated using mAP, *precision*, and *recall* metrics. The dataset consists of onion images that have been annotated with the YOLO format. The results show that YOLOv8s provides balanced and accurate segmentation results in terms of model complexity and segmentation accuracy compared to the other versions. However, increasing the amount and variety of data is necessary to improve higher accuracy. This research can be a reference in choosing the right segmentation model in agriculture.

Keywords— Shallots, Pests and Diseases, Segmentation, YOLOv8

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Dalam industri pertanian bawang merah merupakan salah satu komoditas disektor pertanian yang memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari sebagai bahan pangan [1]. Kualitas bawang merah sangat mempengaruhi nilai jual, sehingga penilaian kualitas bawang merah menjadi sangat penting [2]. Kualitas bawang merah perlu dijaga sejak masa tanam hingga panen, sehingga proses analisis yang cepat dan akurat menjadi sangat penting[3]. Namun, dalam praktiknya penilaian kualitas masih banyak dilakukan secara manual yang cukup rentan dengan

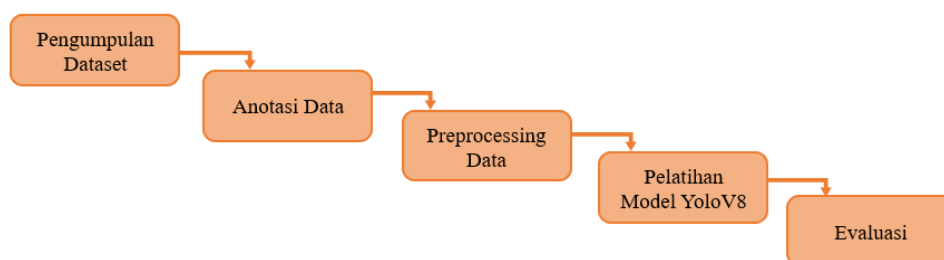
kesalahan dan dapat menghambat efisiensi perawatan sehingga berdampak pada hasil panen yang kurang optimal.

Perkembangan teknologi yang semakin pesat terutama dibidang kecerdasan buatan dan citra digital menjadi alternatif yang menjanjikan dalam proses penilaian kualitas hasil pertanian secara otomatis[4]. Salah satu metode yang berkembang pesat yaitu model deteksi dan segmentasi YOLO (*You Only Look Once*) yang banyak digunakan dalam berbagai tugas berdasarkan citra digital maupun real-time[5]. Versi terbaru yaitu YOLOv8 dengan berbagai varian model mendukung segmentasi instance dan terdiri dari beberapa versi model yang berbeda kompleksitas dan performanya[6]. Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan deep learning untuk tugas klasifikasi, deteksi dan segmentasi dalam berbagai bidang, Seperti penelitian [7] yang menggunakan YOLOv7 dalam klasifikasi penyakit dan segmentasi citra pada tanaman cabai rawit. Penelitian [8] memanfaatkan metode Thresholding Otsu dalam segmentasi citra daun bawang merah. Penelitian [9] menggunakan YOLOv8 dalam segmentasi wajah untuk presensi kuliah dengan hasil yang sangat baik. Dalam bidang kesehatan penelitian oleh [10] memanfaatkan SAM dan YOLOv8 untuk deteksi dan segmentasi pada citra MRI tumor otak. Serta penelitian [11] membandingkan instance segmentation yolov8 pada citra pejalan kaki.

Dari beberapa kajian penelitian sebelumnya, belum banyak penelitian yang khusus membandingkan performa berbagai varian YOLOv8 dalam konteks segmentasi serangan hama dan penyakit bawang merah. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan performa beberapa versi YOLOv8 untuk menentukan model yang paling dalam tugas segmentasi di bidang pertanian.

II. METODE

Penelitian dilakukan dengan pendekatan eksperimental untuk menguji performa algoritma YOLOv8 dalam mendeteksi dan melakukan segmentasi pada tanaman bawang merah berdasarkan citra digital. Adapun langkah-langkah dalam pengembangan model adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Metode Penelitian

2.1 Pengumpulan dataset

Tahap awal dalam penelitian ini adalah pengumpulan dataset. Dataset yang digunakan merupakan dataset bawang merah. Dataset diambil dari penelitian sebelumnya yang terdiri dari 4 kategori, yaitu bawang merah normal, busuk bawah, jamur daun, dan ulat. Pengambilan gambar dilakukan dari berbagai sudut untuk memperkaya variasi dataset. Format citra adalah JPG dengan resolusi yang berbeda-beda. Dataset akan dibagi menjadi tiga bagian 80% data pelatihan, 10% validasi dan 10% untuk data uji. Pembagian dilakukan secara acak melalui *roboflow* untuk memastikan distribusi data yang seimbang pada setiap kategori.

2.2 Anotasi Data

Tahap anotasi data merupakan proses pelabelan dengan menandai area citra yang menjadi fokus penelitian sesuai kategori yang ada. Anotasi dilakukan menggunakan alat bantu *roboflow* dengan menggunakan *polygon tools*. *Roboflow* mendukung format ekspor COCO JSON untuk YOLOv8 *Instance Segmentation*. Setiap citra dianotasi dengan membuat *masking* pada bagian umbi maupun daun yang menunjukkan area tertentu. Anotasi dilakukan pada semua data untuk memberikan data pelatihan yang akurat untuk model yolov8 agar belajar mengenali pola yang ada pada citra.

2.3 Preprocessing Data

Tahap *preprocessing* data merupakan proses meningkatkan kualitas dan variasi data citra sebelum proses pelatihan model. Dengan menggunakan platform roboflow *preprocessing* data dapat dilakukan secara otomatis dengan mengatur beberapa format yang tersedia. Selanjutnya adalah proses augmentasi data untuk memperbanyak jumlah dan keberagaman citra dengan menerapkan beberapa teknik seperti *Flip*, *Crop*, *Saturation*, *Exposure* dan *Noise*. Setelah proses *preprocessing* dan augmentasi data dilakukan, seluruh data citra akan diubah menjadi resolusi 640 x 640 piksel dan dinormalisasi agar sesuai dengan kebutuhan model YOLOv8.

2.4 Pelatihan Model YOLOv8

Tahap pelatihan model dilakukan menggunakan model YOLOv8. YOLO merupakan salah satu model deep learning yang dapat mendeteksi objek dengan bounding box dan kelas untuk setiap objek [12]. YOLOv8 merupakan versi terbaru yang dikembangkan dengan berbagai fitur tambahan yang signifikan dalam model deteksi [13]. Salah satu versi terbaru pada yolov8 adalah *Instance Segmentation*. *Instance Segmentation* merupakan kombinasi dari teknik deteksi objek dan *semantic object* yang menghasilkan output berupa *masking* yang merepresentasikan batas setiap objek, dengan label kelas dan tingkat kepercayaannya [11]. Pendekatan ini memberikan informasi yang lebih rinci karena memungkinkan identifikasi bentuk nyata dari masing-masing objek dalam gambar. Dalam penelitian ini menggunakan beberapa versi arsitektur yolov8 instan *segmentation* untuk evaluasi performa yaitu YOLOv8n (*nano*), YOLOv8s (*small*), YOLOv8m (*medium*), dan YOLOv8l (*large*), yang masing-masing memiliki kompleksitas parameter dan ukuran berbeda.

2.1 Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengukur performa model YOLOv8 dalam melakukan segmentasi dan deteksi pada citra bawang merah dari hasil pelatihan model. Evaluasi dilakukan terhadap keseluruhan versi model untuk membandingkan akurasi dan kecepatan agar mendapat model yang optimal. Metrik yang digunakan untuk mengukur performa adalah sebagai berikut:

a) Precision

Precision merupakan metrik yang mengukur seberapa akurat model dalam melakukan prediksi positif dengan menghitung jumlah data true positif dari keseluruhan data yang diprediksi sebagai kelas positif oleh model [14]. Nilai *precision* dapat dihitung seperti pada rumus (1).

$$Precision = \frac{TP}{(TP+FP)} \quad (1)$$

Keterangan :

TP = *True Positive*

FP = *False Positive*

b) *Recall*

Recall merupakan ukuran seberapa baik model menemukan data yang benar benar positif. *Recall* dihitung dengan membagi jumlah data *True Positive* dengan total seluruh data *True Positive* dan *False Negative* [12] . Perhitungan recall seperti pada rumus (2).

$$Recall = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad (2)$$

c) *mAP (Mean Average Precision)*

mAP merupakan rata-rata nilai presisi yang digunakan untuk mengukur akurasi model dalam deteksi dan segmentasi objek pada berbagai kelas dan tingkat *overlap* (IoU) antara prediksi dengan *ground truth* [15]. Perhitungan *mAP* seperti pada rumus (3).

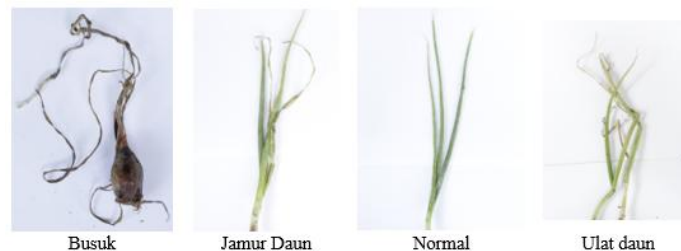
$$mAP = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AP_i \times 100\% \quad (3)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan model segmentasi dan klasifikasi penyakit bawang merah menggunakan model YOLOv8 dengan 4 variasi model yolov8n-seg, yolov8s-seg, yolov8m-seg, dan yolov8l-seg. Evaluasi dilakukan terhadap masing-masing variasi model serta pemilihan model terbaik berdasarkan pengujian. Berikut uraian penjelasan hasil model dan evaluasi performa model.

3.1 Dataset

Dataset yang digunakan berjumlah 240 data citra, dengan jumlah 60 citra bawang merah normal, 60 citra bawang merah busuk, 60 citra bawang merah terserang jamur daun dan 60 citra bawang merah terserang ulat daun. Data citra sudah terbagi menjadi 4 kategori penyimpanan dalam sebuah folder. Dataset hanya sebuah data citra tanpa anotasi, berikut merupakan contoh dataset pada setiap kategori pada gambar 2.

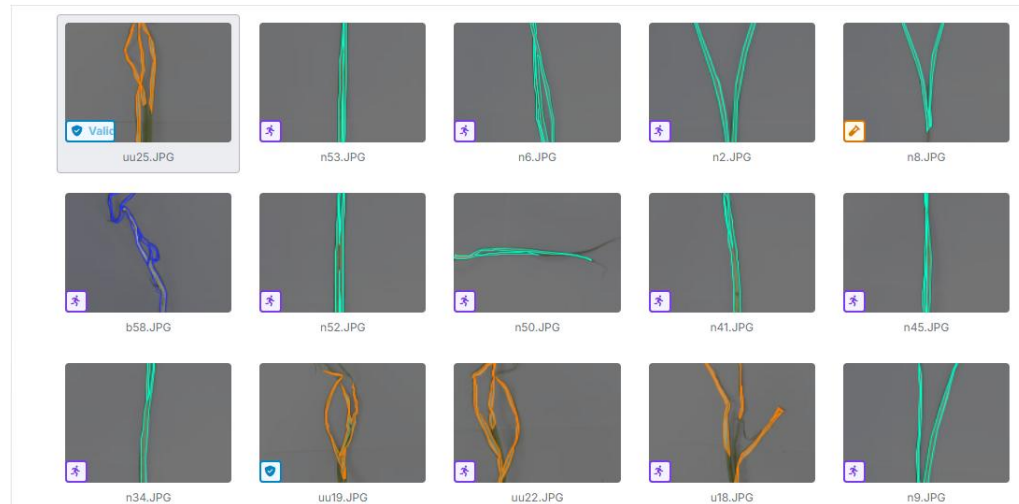


Gambar 2. Dataset

3.2 Hasil Proses Anotasi

Proses anotasi dataset dilakukan untuk memberikan label pada setiap data citra bawang merah agar dapat terbaca pada proses pelatihan model YOLOv8. Seluruh data citra yang terdiri

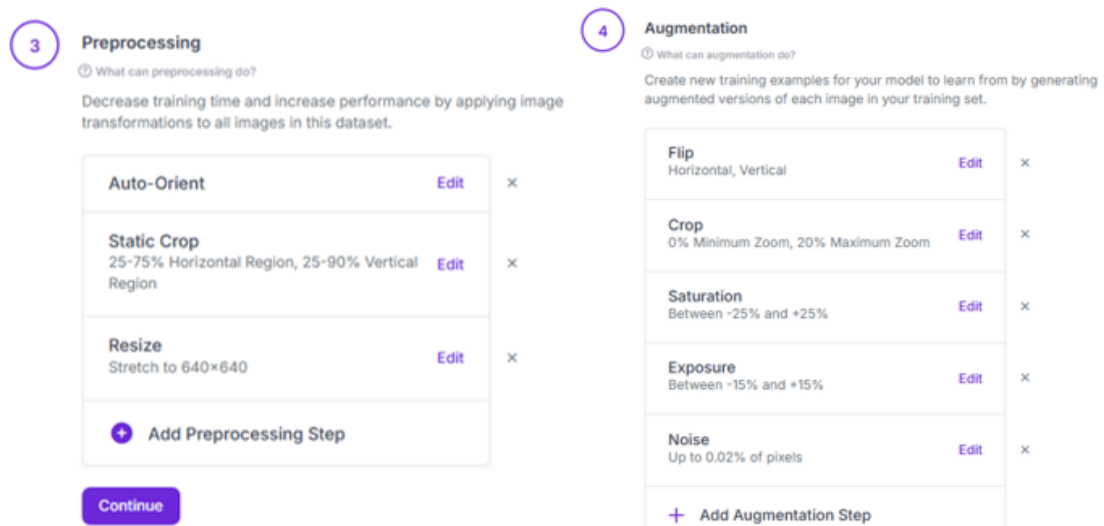
dari 240 gambar berhasil dianotasi menggunakan polygon tools pada *platform roboflow* yang menghasilkan *mask* pada bagian tertentu beserta label setiap kategori. Dataset yang sudah teranotasi dengan format masking seperti pada gambar 3. Setelah proses anotasi selesai dilanjutkan pada proses *preprocessing* data untuk disesuaikan dan diekspor ke dalam format YOLO/ COCO JSON.



Gambar 3. Hasil Anotasi Dataset

3.3 Hasil Preprocessing dan Augmentasi

Preprocessing data dilakukan dalam platform roboflow dengan menentukan format *Auto-Orient*, *Static Crop*, *resize* dataset menjadi ukuran 640x640. Dilanjutkan augmentasi data untuk meningkatkan variasi jumlah data. Teknik augmentasi yang digunakan meliputi *Flip*, *Crop*, *Saturation*, *Exposure* dan *Noise*. Hasil augmentasi data meningkatkan jumlah total citra yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan model. Detail preprocessing dan augmentasi data seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Preprocessing

3.4 Hasil Training model YOLOv8

Training model dilakukan menggunakan empat variasi yolov8 instance segmentation dengan konfigurasi yang sama. Setiap model dilatih dengan resolusi image size 640x640 piksel, ukuran batch 16, learning rate =0.001, dan jumlah epoch sebanyak 150 epoch. Proses training mode dilakukan menggunakan google collab dengan GPU NVIDIA T4. Waktu pelatihan model berjalan sesuai dengan kompleksitas masing-masing model seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Kompleksitas model

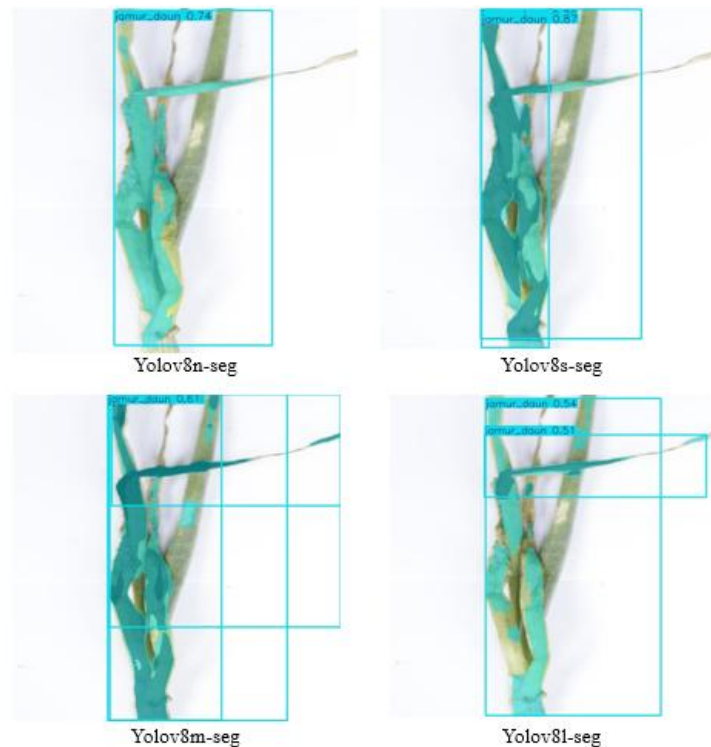
<i>Model</i>	<i>Waktu Pelatihan (jam)</i>	<i>Layer</i>	<i>Parameter</i>	<i>Ukuran Model (mb)</i>
yolov8n-seg	0.616	85	3,258,844	6.8
yolov8s-seg	0.755	85	11,781,148	23.9
yolov8m-seg	1.257	105	27,224,700	54.8
yolov8l-seg	1.727	125	45,914,972	92.3

Berdasarkan tabel 1 menunjukan semakin besar ukuran model YOLOv8 semakin tinggi kompleksitas dan waktu pelatihan yang dibutuhkan. Model Yolov8n-seg menunjukan model dengan waktu pelatihan tercepat 0,616 jam, jumlah layer 85, parameter sebesar 3.258.844 dan ukuran model terkecil yaitu 6.8 MB. Model yolov8s-seg memiliki arsitektur yang sedikit lebih kompleks dari versi n dengan waktu pelatihan 0.755 jam, 85 layer, 11.781.148 parameter dan ukuran model 23.9 MB. Model yolov8m-seg memiliki arsitektur yang lebih dalam dari versi n dan s dengan waktu pelatihan lebih lama 1,257 jam, 105 layer, 27.224.700 parameter dan ukuran model cukup besar 54.8 MB. Model yolov8l-seg memiliki arsitektur yang lebih kompleks dari ketiga versi sebelumnya dengan waktu pelatihan terlama 1,727 jam, 125 layer, 45.914.972 parameter dan ukuran model cukup besar 92.3 MB.

Tabel 2. Hasil Performa Model

<i>Model</i>	<i>Box</i>				<i>Mask</i>			
	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>mAP50</i>	<i>mAP50-95</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>mAP50</i>	<i>mAP50-95</i>
yolov8n-seg	0.715	0.615	0.607	0.418	0.703	0.487	0.489	0.229
yolov8s-seg	0.82	0.561	0.624	0.435	0.722	0.47	0.493	0.21
yolov8m-seg	0.714	0.568	0.654	0.4	0.498	0.53	0.469	0.202
yolov8l-seg	0.753	0.573	0.641	0.499	0.703	0.513	0.547	0.23

Hasil training setiap model memiliki performa yang berbeda pada konfigurasi yang sama. Performa model diuji dengan metrik *precision*, *recall*, mAP50 dan mAP50-90. Hasil performa setiap model seperti pada tabel 2. Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa setiap model memiliki nilai tertinggi dibagian evaluasi metrik yang berbeda-beda. Keempat model berhasil melakukan segmentasi dan klasifikasi prediksi pada objek bawang merah. Setiap model memiliki nilai confidence score dan waktu kecepatan deteksi yang berbeda.



Gambar 5. Hasil Segmentasi

Visualisasi hasil segmentasi seperti pada gambar 5 menggunakan citra yang terserang jamur daun. Model yolov8n-seg berhasil melakukan segmentasi dengan nilai confidence score 0.74 dan waktu deteksi 14.3 ms. Model yolov8s-seg berhasil mendeteksi 2 objek dengan nilai confidence score 0.87 dan waktu deteksi 25.1 ms. Model yolov8m-seg berhasil mendeteksi 4 objek dengan nilai confidence score 0.61 dan waktu deteksi 50.6 ms. Terakhir model yolov8l-seg berhasil mendeteksi 2 objek dengan nilai confidence score 0.51 dan 0.54 dengan waktu deteksi 84.0 ms. Dari hasil prediksi, model dengan ukuran kecil seperti yolov8n-seg memiliki waktu training dan prediksi yang lebih cepat sedangkan model yang berukuran besar seperti yolov8l-seg memiliki waktu training dan deteksi terlama diantara yang lain.

3.5 Evaluasi Performa Model YOLOv8

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan performa keempat model yolov8n-seg, yolov8s-seg, yolov8m-seg, dan yolov8l-seg berdasarkan evaluasi metrik, kompleksitas model, dan kualitas hasil deteksi pada gambar uji untuk mengetahui performa segmentasi hama dan penyakit bawang merah berdasarkan citra digital. Dari hasil evaluasi metrik pada tabel 2 model yolov8s-seg memberikan performa yang tinggi pada precision box maupun mask yaitu precision box 0.82 dan mask 0.722. Model yolov8m-seg juga memiliki skor evaluasi yang lebih tinggi terutama dibagian mAP50 dan mAP50-95 untuk box dan mask walaupun tidak terlalu jauh. Dari segi kompleksitas model yolov8s-seg lebih unggul dalam segi kecepatan training, ukuran model yang tidak terlalu besar dengan performa yang tergolong bagus diantara ketiga model lain. Hasil visualisasi segmentasi yolov8s-seg memberikan hasil segmentasi yang bagus dengan waktu inferensi yang cepat dan nilai confidence score yang tinggi sehingga lebih cocok untuk implementasi secara real-time. Model yolov8l-seg juga memiliki performa yang bagus, akan tetapi dari segi kecepatan model yolov8l-seg lebih lambat karena kompleksitas model yang tinggi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penelitian ini berhasil dalam membandingkan performa model yolov8 instance segmentation pada segmentasi hama dan penyakit berdasarkan citra digital. Keempat model menunjukkan perbedaan signifikan dari sisi akurasi segmentasi dan komputasi model. Hasil evaluasi performa menunjukkan model yolov8l-seg memberikan performa terbaik dalam segmentasi mask pada objek, tetapi membutuhkan waktu dan sumber daya yang lebih berat karena kompleksitas model tinggi. Sedangkan model yolov8n-seg memiliki kecepatan yang unggul tetapi akurasi yang cukup rendah diantara ketiga model yang lain. Diantara keempat model, yolov8s-seg menunjukkan performa yang lebih seimbang dari segi komputasi yang tidak terlalu berat dan akurasi yang tidak jauh berbeda dari yolov8l-seg sehingga cocok untuk kebutuhan sistem yang ringan dan tepat. Namun, untuk meningkatkan akurasi model secara lebih signifikan, sangat diperlukan penambahan jumlah data dan kualitas anotasi serta variasi data yang lebih banyak sehingga model dapat belajar lebih banyak dalam berbagai kondisi dan karakteristik data citra bawang merah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Arisandy and T. Apriani, "Studi Independent Prediksi Harga Komoditi Petani Bawang Merah Menggunakan Amazon Forecast di PT. Techno International Mandira," *AJAD J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 3, pp. 431–436, 2023, doi: 10.59431/ajad.v3i3.238.
- [2] R. Adolph, "KEARIFAN LOKAL DALAM MENYIAPKAN TENAGA PENYULUH PERTANIAN BAWANG MERAH DI KECAMATAN LAMBU KABUPATEN BIMA," no. 2, pp. 1–23, 2016, doi: <https://doi.org/10.59050/jian.v17i2.119>.
- [3] P. S. Dianti, Muzdalifah, and M. Yulianti, "ANALISIS USAHATANI HIDROPONIK 'HIDROPUNG' DI DESA BATI-BATI KECAMATAN BATI-BATI KABUPATEN TANAH LAUT PROVINSI KALIMANTAN SELATAN," *J. TAM Front. Agribisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2024, doi: <https://doi.org/10.20527/frontbiz.v8i1.12265>.
- [4] A. A. Permana, M. R. Muttaqin, and M. A. Sunandar, "SISTEM DETEKSI API SECARA REAL TIME MENGGUNAKAN ALGORITMA YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) VERSI 8," vol. 8, no. 5, pp. 10395–10400, 2024, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v8i5.10847>.
- [5] A. Rismayanti *et al.*, "DETEKSI DAN KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH MANGGA HARUM MANIS MENGGUNAKAN YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) V8," vol. 9, no. 3, pp. 3645–3654, 2025, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v9i3.13320>.
- [6] A. Nur *et al.*, "Deteksi Kecurangan Ujian Pada Ruangan Tertutup Menggunakan Algoritma YOLOv8," vol. 04, no. 2, pp. 61–71, 2025, doi: <https://doi.org/10.55537/cosie.v4i2.1100>.
- [7] M. Anwar, Y. Kristian, and E. Setyati, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Cabai Rawit Dilengkapi Dengan Segmentasi Citra Daun dan Buah Menggunakan Yolo v7," *INTECOMS J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 540–548, 2023, doi: 10.31539/intecom.s.v6i1.6071.
- [8] M. A. R. Pamuji and D. P. Pamungkas, "Segmentasi Citra Daun Bawang Merah Menggunakan Metode Thresholding Otsu," *Nusant. Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 169–174, 2023, doi: <https://doi.org/10.29407/noe.v6i2.20553>.
- [9] R. N. Zakaria, R. Wulanningrum, and A. B. Setiawan, "Penerapan Segmentasi Wajah Menggunakan YOLOv8 Untuk Presensi Mata Kuliah," *Agustus*, vol. 8, pp. 2549–7952, 2024, doi: <https://doi.org/10.29407/6t45ky68>.

- [10] K. Nuresa Qodri, D. Al Banna, D. Muhammad Zulfikhar Al-Baihaqi, F. Kesehatan dan Teknologi Informasi, U. Muhammadiyah Klaten Jl Ir Soekarno Km, and B. Klaten, "Pemanfaatan Sam Dan Yolov8 Untuk Deteksi Dan Segmentasi Pada Citra Mri Tumor Otak (Utilization of Sam and Yolov8 To Detection and Segmentation of Brain Tumor on Mri Image)," *Juni*, vol. 5, no. 1, pp. 82–89, 2024, doi: <https://doi.org/10.46764/teknimedia.v5i1.192>.
- [11] R. Wulanningrum, A. N. Handayani, and A. P. Wibawa, "Perbandingan Instance Segmentation Image Pada Yolo8," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 4, pp. 753–760, 2024, doi: 10.25126/jtiik.1148288.
- [12] D. G. Manurung *et al.*, "Deteksi Dan Klasifikasi Hama Potato Beetle Pada Tanaman Kentang Menggunakan YOLOV8," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 4, pp. 723–734, 2024, doi: 10.25126/jtiik.1148092.
- [13] R. Steven Immanuel Sihombing, W. Abadi Harahap, and W. Kurnia Rahman, "Implementasi Yolo V8 Untuk Mendeteksi Mata Uang Rupiah Emisi Tahun 2022 Ber-Output Audio," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 4, pp. 5900–5905, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i4.10099.
- [14] N. J. Hayati, D. Singasatia, and M. R. Muttaqin, "Object Tracking Menggunakan Algoritma You Only Look Once (YOLO)v8 untuk Menghitung Kendaraan," *Komputa J. Ilm. Komput. dan Inform.*, vol. 12, no. 2, pp. 91–99, 2023, doi: 10.34010/komputa.v12i2.10654.
- [15] M. Abdul Hadi, R. Ferdian, and L. Arief, "Klasifikasi Tingkat Ancaman Kriminalitas Bersenjata Menggunakan Metode You Only Look Once (YOLO)," *Chipset*, vol. 2, no. 01, pp. 33–40, 2021, doi: 10.25077/chipset.2.01.33-40.2021.