

PENERAPAN ALGORITMA YOLOV8 DALAM DETEKSI WAKTU PANEN TANAMAN PAKCOY BERBASIS WEBSITE

Maulana Ibrahim, Ulinnuha Latifa

Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik
Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS. Ronggo Waluyo, 41361
Maulana.ibrahim19070@student.unsika.ac.id

ABSTRAK

Industri pertanian khususnya pertanian hidroponik pakcoy menentukan waktu panen yang tepat sangat penting untuk memastikan hasil panen yang optimal. Penentuan waktu panen yang dilakukan petani masih menggunakan pendekatan visual yang memiliki beberapa keterbatasan yang dipengaruhi oleh preferensi individu atau persepsi subjektif. Hal ini dapat berpengaruh terhadap terlalu dini ataupun terlambat panen tanaman pakcoy. Untuk mengatasi keterbatasan ini peneliti menggunakan algoritma YOLOv8 untuk membantu mendeteksi objek tanaman pakcoy yang siap panen. Model yang dibangun dengan algoritma YOLOv8 menggunakan 1.700 dataset menghasilkan nilai prediksi yang tinggi sebesar 98%. Selanjutnya dari model yang telah dibuat diimplementasikan kedalam sistem *website*. Penelitian melakukan skenario percobaan untuk menganalisis kemampuan dari model YOLOv8 yang telah dibuat dan mendapatkan hasil yang sesuai dengan kebutuhan.

Kata kunci : YOLOv8, Pakcoy, panen, deteksi objek

1. PENDAHULUAN

Industri pertanian, menentukan waktu panen yang tepat sangat penting untuk memastikan hasil panen yang optimal. Pada khususnya, dalam budidaya tanaman sayuran seperti pakcoy, menentukan "kematangan" yang tepat dan saat panen yang sesuai merupakan tantangan yang dihadapi petani. Metode tradisional yang sering digunakan dalam menentukan waktu panen adalah dengan pendekatan visual, di mana petani mengamati perubahan warna dan tekstur tanaman untuk memperkirakan kematangan buah atau sayuran [1].

Namun, pendekatan visual ini memiliki beberapa keterbatasan. Petani sering menghadapi kesulitan dalam mengenali perubahan yang halus pada warna dan tekstur tanaman, terutama jika mereka belum memiliki pengalaman yang cukup. Selain itu, penilaian visual juga dapat dipengaruhi oleh preferensi individu atau persepsi subjektif.

Untuk mengatasi keterbatasan ini, teknologi deteksi objek dan pengolahan citra telah dikembangkan. Salah satu algoritma yang efektif dalam deteksi objek adalah YOLOv8 (*You Only Look Once version 8*). Algoritma ini menggunakan pendekatan deteksi objek berdasarkan *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dapat mempelajari pola dan fitur dari data citra.

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah menentukan waktu panen tanaman pakcoy dengan menggunakan solusi deteksi objek menggunakan algoritma YOLOv8. Dengan menggunakan pendekatan ini, diharapkan petani dapat meningkatkan keakuratan dalam menentukan waktu panen, mengurangi risiko kehilangan hasil waktu panen yang berlebihan atau terlalu dini, dan meningkatkan efisiensi operasional dalam budidaya sayuran.

Penerapan sistem pada *website* memungkinkan untuk mengotomatiskan berbagai proses bisnis dan operasional, memberikan fleksibilitas dalam akses

melalui perangkat Android maupun komputer. Hal ini mengurangi ketergantungan pada upaya manusia, sehingga menghemat waktu dan sumber daya yang berharga. Dengan sistem yang tepat, tugas-tugas rutin dapat dilakukan secara efisien dan konsisten, meningkatkan produktivitas dan mengurangi kesalahan manusia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam konteks pelaksanaan penelitian ini, mengacu pada kajian sebelumnya memiliki signifikansi yang besar untuk mencegah terjadinya plagiarisme atau pengandaan dari hasil-hasil riset sebelumnya. Selain itu, langkah ini juga dimaksudkan sebagai kontribusi substantif bagi pengembangan lebih lanjut dari tema penelitian ini. Berikut ini beberapa ringkasan mengenai penelitian sebelumnya yang telah dilaksanakan, mencakup pendekatan metodologi yang diterapkan serta hasil yang berhasil diperoleh.

Penelitian yang berkaitan dengan penggunaan objek deteksi pada masa siap panen tanaman terdapat pada penelitian yang berjudul "Realtime Object Detection Masa Siap Panen Tanaman Sayuran Berbasis Mobile Android Dengan Deep Learning" yang dilakukan oleh Andri Heru Saputra (2019). Dalam penelitian ini menggunakan algoritma *deep learning* dan MobileNetV3 sebagai arsitektur untuk mendeteksi objek tanaman sayuran secara real-time supaya mengetahui apakah sayuran tersebut siap panen. Dengan memperoleh skro MAP maksimum 0,705510 menggunakan 36.000 dataset gambar yang mendapat jarak ideal pendeteksian 5 cm dan 10 cm [1].

Penelitian mengenai identifikasi kematangan tanaman pakcoy terdapat pada penelitian "Klasifikasi Kematangan Tanaman Hidroponik Pakcoy Menggunakan Metode SVM" yang dilakukan oleh Hanin Latif Fuadi (2022). Dalam penelitian ini menggunakan metode SVM untuk mengklasifikasikan citra digital tanaman pakcoy

dengan kategori "kecil" dan "Besar" yang menghasilkan tingkat akurasi mencapai diatas 79%[2].

Penelitian yang berkaitan dengan penggunaan metode YOLO pada deteksi kematangan terdapat pada penelitian yang berjudul "Deteksi Kematangan Buah Pepaya Menggunakan Algoritma YOLO Berbasis Android" yang dilakukan oleh Agustina (2022). Dalam penelitian ini menggunakan metode algoritma YOLO yang di konversi ke *tensorflow lite* dengan menghasilkan nilai *accuracy* sebesar 93%, nilai *precision* sebesar 94%, dan nilai *recall* sebesar 93%[3].

Penelitian yang berkaitan dengan *website* berbasis flask terdapat pada penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Deteksi Huruf Rusia Berbasis Web Flask" yang dilakukan oleh Manab (2022). Dalam penelitian ini aplikasi berbasis *website* yang dapat mengenaltulisan huruf rusia dengan jumlah 33 kelas[4].

Penelitian terkait perhitungan *object detection* terdapat pada penelitian yang berjudul "Leaf counting in rice (*Oryza Sativa* L.) using object detection: a Deep Learning approach" yang dilakukan oleh Mukesh kumar vishal, biplab Banerjee (2020). Dengan menggunakan metode YOLO. Model algoritma yolo mendeteksi daun tanaman padi dengan mendeteksi ujung daun yang sesuai dengan dataset YOLO yang memiliki akurasi hingga 82% dan *Intersection over Union* (IoU) sekitar 0,53-0,60 dan menghitung jumlah daun di tanaman dengan prediksi pembatas di sekitar ujung [5]

Penelitian terkait objek terdapat pada penelitian yang berjudul "Pemanfaatan Google Colab Untuk Aplikasi Pendeteksian Masker Wajah Menggunakan Algoritma Deep Learning YOLOv7" yang di teliti oleh Rangga Gelar Guntara (2023). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu YOLOv7 dengan menunjukkan nilai *precision* konsisten berada pada angka 0,-0,8[6].

Penelitian terkait CNN terdapat pada penelitian yang berjudul "deteksi dan pengenalan jenis beras menggunakan metode convolutional neural network" yang dilakukan oleh prabowo (2023). Dalam penelitian ini metode CNN diimplementasikan kedalam aplikasi android dengan hasil akhir training mendapat akurasi 96,67% dan testing 88,15%[7].

Penelitian yang berkaitan dengan metode yang digunakan yaitu penelitian dengan judul "Real-Time Multi-Class Helmet Violation Detection Using Few-Shot Data Sampling Technique and YOLOv8" yang diteliti oleh Armstrong Aboah, Bin Wang, dan Ulas Bagci (2023). Membahas mengenai yolov8 yang digunakan untuk mendeteksi pengguna helm di jalan raya dengan mAP 0.5861[8]

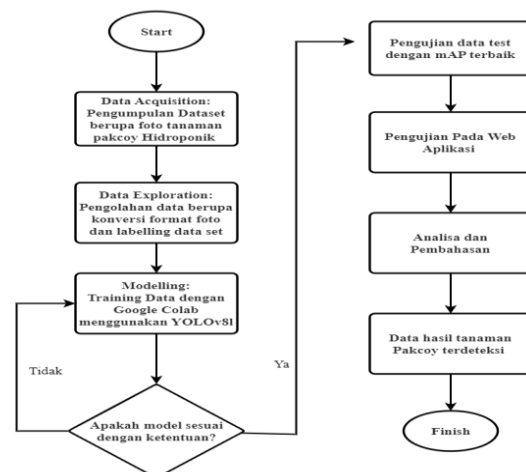
Penelitian yang juga menggunakan YOLO dengan judul "menentukan jenis tanaman mangga menggunakan YOLOv4" yang dilakukan oleh prya Artha Widjaja, Jose Ryu Leonaesta (2022). Dalam penelitian ini menggunakan metode Deep Learning YOLO yang digunakan pada jenis mangga dengan tingkat ke akurasian 95%[9].

Penelitian yang berkaitan berjudul "Identification of Plant Stomata Based on YOLO v5 Deep Learning Model," yang dilakukan oleh Fangtao Ren, Yawei Zhang, Xi Liu, Ying Zhang, Ying Liu, dan Fan Zhang pada tahun 2021, membahas tentang deteksi objek khususnya pada stomata tanaman. Riset ini memanfaatkan metode algoritma CNN (Convolutional Neural Network) dengan penerapan model YOLO v5. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa model yang telah ditingkatkan berhasil mencapai tingkat presisi sebesar 94,8% dan tingkat recall sebesar 98,7% dalam mengenali stomata pada daun jagung melalui penggunaan dataset yang relevan[10].

Penelitian-penelitian sebelumnya belum menerapkan penggunaan YOLOv8 yang merupakan versi terbaru dari YOLO

3. METODE PENELITIAN

Flowchart dan metode dalam perancangan program metode YOLOv8 menggunakan AI Development Process yang merupakan metode kerja untuk membuat suatu proyek AI yang mencakup pengumpulan dan preprocessing data, pemilihan algoritma, pelatihan, evaluasi, dan implementasi. AI development Process untuk penelitian ini digambarkan dalam flowchart pada gambar 1.



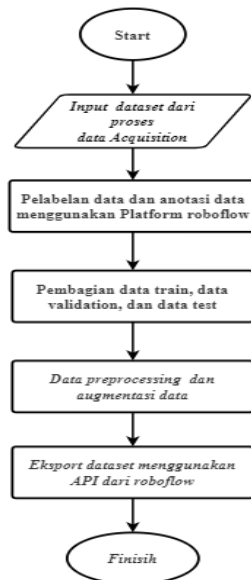
Gambar 1 Flowchart metode penelitian

3.1 Data Acquisition

Proses ini dilakukan untuk mengumpulkan dataset berisi gambar tanaman pakcoy dalam sistem hidroponik, yang akan digunakan untuk melatih model YOLOv8. Penelitian ini menggunakan foto-foto yang diambil dengan kamera RTSP di lingkungan hidroponik yang telah disiapkan. Dataset yang diperoleh mencakup variasi ukuran tanaman pakcoy, meliputi kategori sangat kecil, kecil, sedang, dan besar.

3.2 Data Exploration

Prosedur ini digunakan untuk mengolah dataset yang telah terkumpul. Pengolahan foto dilakukan untuk menjamin bahwa format setiap foto sesuai dengan parameter algoritma deteksi. Gambar 2 menggambarkan prosedur dalam eksplorasi data.



Gambar 2 Flowchart data exploration

3.3 Modelling

Tahapan modeling merupakan proses di mana dataset yang telah disiapkan akan diolah dan dilatih untuk menciptakan sebuah model. Proses pelatihan model ini dilakukan dengan menggunakan model YOLOv8 yang telah di-pretrain sebelumnya. Penggunaan pretrained model ini memungkinkan pelatihan lebih cepat dan menghasilkan performa model yang cukup baik dalam melakukan deteksi objek. Pelatihan dataset dilakukan melalui platform *Google Colab*, dengan mengunduh dataset yang telah diproses menggunakan API dari Roboflow.

Untuk mengimplementasikan model YOLOv8 dan melatihnya, sumber kode dan model YOLOv8 diambil dari repositori resmi di Github. Setelah dataset dan model YOLOv8 sudah diimpor ke *Google Colab*, langkah selanjutnya adalah melakukan pelatihan model menggunakan file kode 'train.py', yang merupakan berkas berbahasa pemrograman Python. Dalam pelatihan model, terdapat beberapa konfigurasi yang harus diatur, seperti ukuran gambar (image size), ukuran batch (batch size), dan jumlah epoch. Proses ini melibatkan metode 'trial and error' untuk mengatur konfigurasi training sehingga mendapatkan hasil akurasi yang tinggi.

Untuk mengevaluasi performa model yang telah dilatih, digunakan beberapa metrik evaluasi seperti Confusion Matrix, Precision, Recall, mAP (mean Average Precision), loss, dan akurasi. Metrik-metrik ini membantu dalam menganalisis sejauh mana kemampuan model dalam mengenali dan mendeteksi objek dengan akurat.

3.4 Evaluation

Dalam menganalisis performa model yang telah dilatih, penting untuk memperhatikan beberapa metrik evaluasi sebagai tolak ukur kualitas model tersebut. Beberapa metrik evaluasi yang diamati adalah confusion matrix, precision, recall, dan akurasi.

Confusion matrix adalah sebuah tabel yang menggambarkan hasil prediksi model terhadap data uji dengan memperlihatkan jumlah true positive, true negative, false positive, dan false negative. Precision mengukur seberapa akurat model dalam mengklasifikasikan data positif, sementara recall mengukur seberapa baik model dalam mengidentifikasi data positif dari keseluruhan data yang benar-benar positif. Sedangkan akurasi adalah metrik yang menunjukkan sejauh mana model dapat mengklasifikasikan data dengan benar, baik data positif maupun negatif. Dengan memperhatikan dan menganalisis metrik-metrik ini, kita dapat menilai kualitas dan kinerja model yang telah dilatih dengan lebih mendalam.

3.5 Pengujian dataset

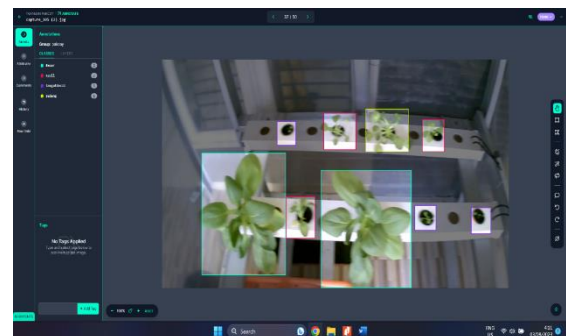
Pada tahap ini, dilakukan pengujian pada data testing menggunakan model deteksi objek yang telah sebelumnya dilatih dan memiliki nilai mAP terbaik. Pengujian ini menggunakan parameter evaluasi berupa precision, recall, dan akurasi. Hasil pengujian ini akan digunakan untuk menilai sejauh mana model deteksi objek mampu mengenali tanaman pakcoy dengan akurat pada *website* atau aplikasi yang akan digunakan untuk memonitoring pertumbuhan tanaman pakcoy. Dengan melakukan pengujian ini, kita dapat memastikan bahwa model yang digunakan memiliki kualitas dan kinerja yang baik dalam mendeteksi tanaman pakcoy sehingga memungkinkan sistem monitoring berjalan dengan efektif dan akurat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan penelitian ini akan dibahas dari proses penelitian yang sudah peneliti lakukan tahapan demi tahapan.

4.1 Pengumpulan data dan persiapan

Pada pengumpulan data dan persiapan tahapan pertama yakni proses anotasi gambar tanaman pakcoy dengan platform Roboflow. Pelabelan data dilakukan untuk memberikan nama atau label dari objek yang di anotasikan. Anotasi dilakukan untuk memberikan kotak penanda dan label namapada objek di suatu gambar yang biasa disebut dengan bounding box seperti pada gambar 3.



Gambar 3 Proses anotasi tanaman pakcoy

Tahap berikutnya dalam eksplorasi data adalah pra-pemrosesan data dan augmentasi data menggunakan platform Roboflow. Prosedur pra-pemrosesan data memastikan bahwa pembelajaran dan inferensi dilakukan pada atribut gambar yang sama. Tiling digunakan untuk membagi gambar menjadi bagian-bagian lebih kecil, yang dapat meningkatkan dataset dengan mengubah ukuran data menjadi 640x640 piksel, dengan mempertimbangkan resolusi gambar yang terkumpul dan waktu pelatihan model, serta algoritma YOLOv8 yang menggunakan ukuran piksel 640x640 piksel.

Tahap augmentasi data merupakan strategi yang berguna untuk mengatasi masalah overfitting pada model dan meningkatkan akurasi inferensi. Dengan melakukan augmentasi data, dataset akan diperluas dengan variasi yang berbeda-beda, sehingga model dapat lebih baik dalam menggeneralisasi informasi dari data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Dalam penelitian ini, dilakukan augmentasi data dengan variasi yang beragam, antara lain menghasilkan tiga output per contoh latihan, melakukan flipping secara horizontal dan vertical, rotasi sebanyak 90 derajat searah jarum jam, berlawanan arah jarum jam, dan juga terbalik, serta memodifikasi kecerahan antara -25% hingga +25% dan blur hingga 2.5pax. Sebagai hasil dari tahap augmentasi data, total dataset yang diperoleh berjumlah 6800 foto. Dataset ini dibagi menjadi tiga set, yaitu training set dengan 1700 foto, validation set dengan 180 foto, dan testing set dengan 80 foto.

4.2 Pembangunan Model

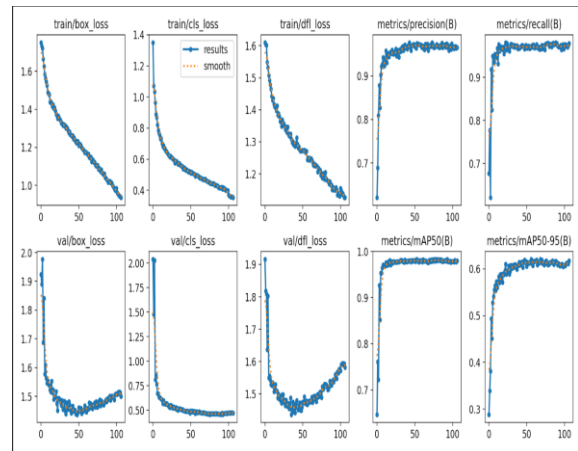
Pembangunan model digunakan untuk melakukan pelatihan dengan cara melakukan ekstrak fitur sehingga dapat device mampu mengenali setiap fitur gambar yang sudah dilabel sebelumnya. Pelatihan model ini, peneliti menggunakan bantuan *Google Colab*. *Google Colab* digunakan untuk melatih model *Machine Learning* dengan mudah dan cepat, berkat akses ke GPU dan TPU yang dapat mempercepat proses pelatihan. Adapun algoritma yang digunakan yakni YOLOv8 dengan model YOLOv8l dengan metode objek deteksi.

Tabel 1 Tabel Model YOLOv8

Sumber: <https://github.com/ultralytics/ultralytics>

Model	size (pixels)	mA Pval 50-95	Speed CPU ONN X (ms)	Speed A100 Tenso rRT (ms)	para ms (M)	FL OPs (B)
YOLO v8n	640	37.3	80.4	0.99	3.2	8.7
YOLO v8s	640	44.9	128.4	1.20	11.2	28.6
YOLO v8m	640	50.2	234.7	1.83	25.9	78.9
YOLO v8l	640	52.9	375.2	2.39	43.7	165.2
YOLO v8x	640	53.9	479.1	3.53	68.2	257.8

Tabel 1 berisikan informasi tentang berbagai macam model YOLOv8 yang tersedia. Dengan train data menggunakan model YOLOv8l sebanyak 110 epoch, batch 8 dan ukuran gambar 640 di dapat kurva best *result* seperti pada gambar 4.



Gambar 4 best result hasil training

Yang dimaksud dengan epoch adalah banyaknya putaran pelatihan yang dilakukan untuk mengajari model melakukan hal tertentu. Sedangkan nilai batch merupakan cara untuk memproses data secara bertahap dalam beberapa kelompok kecil selama proses pelatihan model, yang membantu dalam meningkatkan efisiensi dan kinerja pelatihan. Keterangan dan nilai pada kurva gambar 4 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil training model yolov8l

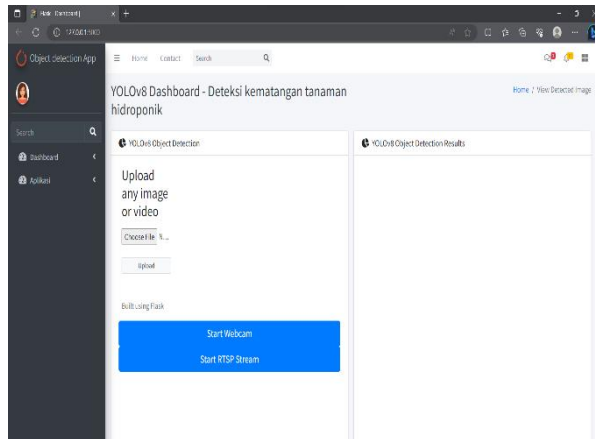
Keterangan	Nilai
train/box_loss	11.824
train/cls_loss	49.669
train/dfl_loss	12.437
metrics/precision(B)	97.123
metrics/recall(B)	97.452
metrics/mAP50(B)	98.001
metrics/mAP50-95(B)	61.026
val/box_loss	14.539
val/cls_loss	48.528
val/dfl_loss	14.721
lr/pg0	62
lr/pg1	62
lr/pg2	62

Dengan nilai presisi, recall, dan MAP yang tinggi sudah bisa dijadikan parameter model ini siap untuk dijadikan model pengujian dan implementasi.

4.3 Pengembangan Website

Setelah mendapatkan model yang dirasa sesuai dengan kebutuhan untuk objek deteksi kematangan tanaman pakcoy. Barulah mengembangkan *website* yang akan digunakan untuk implementasikan model yang dibuat. Metode yang digunakan dalam pengembangan *website* yaitu *prototype* pada localhost. Metode ini sesuai dengan kebutuhan penelitian karna keuntungan penggunaan *website* komputasi yang berat

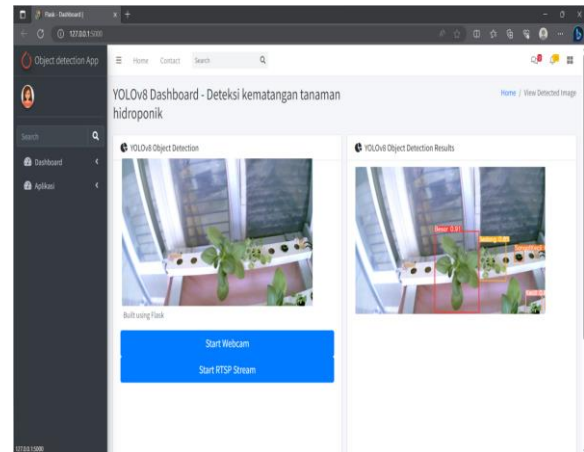
akan dilakukan oleh perangkat server. Selain itu peneliti dapat memasukkan banyak fitur dan akan mudah jika ingin dikembangkan fitur lainnya. Untuk fitur yang ada pada penelitian ini *import from gallery*, *captured*, dan *realtime object detection* tanaman pakcoy yang dapat terlihat pada *interface website* pada gambar 5 dan Gambar 6 merupakan hasil objek deteksi.



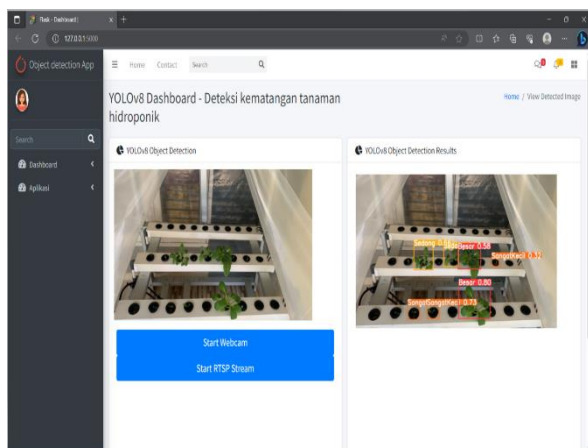
Gambar 5 interface website

ukuran dengan masing masing 3 gambar dari dataset sebelumnya, 3 dari pengambilan gambar langsung dari hidroponik, dan 3 lagi dari foto tanaman pakcoy dari google.

Contoh studi kasus yang dilakukan menunjukkan hasil objek deteksi kematangan tanaman hidroponik pakcoy dengan menggunakan YOLOv8.



Gambar 7 contoh pengujian dengan dataset



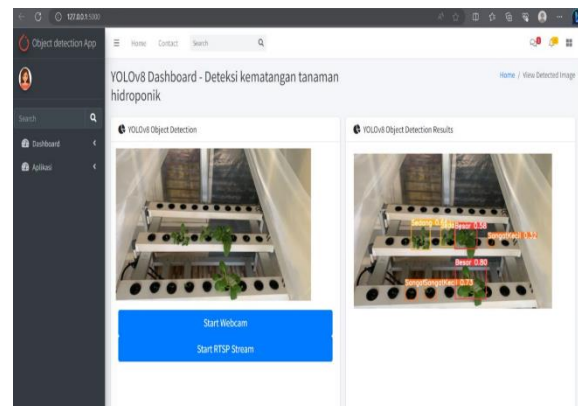
Gambar 6 hasil deteksi kematangan dengan website

Cara kerja website yakni dengan mengambil file dari galeri berupa foto maupun video seperti pada gambar *interface* setelah proses upload selesai hasil akan di tampilkan dengan persentase hasil deteksi model seperti pada gambar 6. Angka yang ditunjukkan pada objek deteksi menunjukkan seberapa yakin model yang kita buat mendeteksi gambar tersebut sebagai kategori *classes* yang peneliti buat. Selain dengan mengambil file dari galeri *website* juga dapat menampilkan kamera webcam yang terhubung ke device peneliti dan juga dengan RTSP yang ipnya sudah di hubungkan dengan *website* tersebut sebagai media *capture* gambar.

4.4 Pengujian

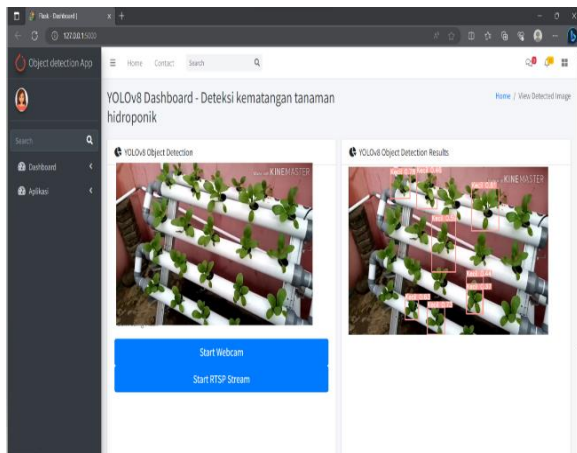
Dalam pengujian ini, peneliti memiliki skenario pengujian yaitu dengan menggunakan 9 sampel gambar tanaman hidroponik pakcoy yang beragam

Gambar 7 menunjukkan percobaan pengujian pada gambar yang terdapat dalam dataset yang digunakan pada saat membuat model YOLOv8l. Terlihat dengan menggunakan dataset tanaman ter prediksi dengan persentase yang bagus dengan nilai sebesar 91% pada tanaman pakcoy yang terlihat paling jelas dari kamera.



Gambar 8 contoh pengujian gambar tanaman langsung

Dari gambar 8 dapat dilihat semua tanaman terdeteksi didalam *bounding box* dan masih memiliki angka prediksi yang bagus dengan nilai sebesar 80% untuk tanaman pakcoy yang terlihat paling jelas dikamera. Namun pada tanaman pakcoy yang kurang tertangkap jelas pada kamera menunjuka persentase prediksi yang kurang baik salah satunya pada ukuran sangat kecil yang jauh dari kamera hanya 37% persentase prediksinya.



Gambar 9 contoh pengujian gambar google

Pada gambar 9 percobaan pengujian dengan menguji model menggunakan variabel foto pakcoy yang di ambil berbeda dengan dataset yang diberikan menunjukkan hasil yang kurang bagus sebab banyak tanaman pakcoy yang terlihat jelas dan berukuran sama namun tidak terdeteksi sebagai tanaman pakcoy atau bounding box tidak mendeteksi sebagai objek pakcoy.

Setelah melakukan skenario penelitian sesuai dengan kategori yang ada di contoh menunjukkan hasil yang linear seperti pada tabel 3. Dimana hasilnya tidak jauh berbeda dengan apa yang di jelaskan pada saat contoh studi kasus skenario tersebut.

Tabel 3 hasil pengujian

Percobaan gambar	Akurasi Deteksi	keterangan
Dataset 1	91%	Sesuai pada setiap ukuran pakcoy
Dataset 2	95%	Sesuai pada setiap ukuran pakcoy
Dataset 3	92%	Sesuai pada setiap ukuran pakcoy
Diluar dataset 1	80%	Menunjukan akurasi rendah pada pakcoy kecil yang berjarak jauh
Diluar dataset 2	90%	Sesuai pada setiap ukuran pakcoy
Diluar dataset 3	87%	Sesuai disetiap tanaman pakcoy
Google 1	72%	Terdapat tanaman yang tidak terdeteksi dan akurasi prediksi rendah
Google 2	76%	Terdapat tanaman yang tidak terdeteksi dan akurasi prediksi rendah
Google 3	76%	Terdapat tanaman yang tidak terdeteksi dan akurasi prediksi rendah

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil penelitian hasil penelitian Penerapan Algoritma YOLOv8 dalam Deteksi Waktu Panen Tanaman Pakcoy Berbasis Website dengan menggunakan model YOLOv8l menghasilkan nilai prediksi yang tinggi sebesar 98%. Dari hasil tersebut menunjukkan objek deteksi masa panen yang telah dibuat dapat di terapkan pada pertanian hidroponik pakcoy.

Dari pengujian 9 sample gambar dengan variabel 3 variabel yang berbeda di dapatkan kesimpulan model siap digunakan untuk mendeteksi masa panen tanaman hidroponik pakcoy. Adapun parameter yang mengakibatkan akurasi prediksi rendah dari penelitian ini yaitu : jelas tidaknya tanaman pakcoy pada gambar yang di deteksi. Ukuran yang terlalu kecil pada gambar yang di deteksi. Perbedaan gambar foto tanaman hidroponik pakcoy yang digunakan sebagai dataset dengan tanaman hidroponik pakcoy yang ingin di deteksi. Jarak antara kamera RTSP dengan tanaman pakcoy.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Saputra, A.H. and Fudholi, D.H., 2021. Realtime Object Detection Masa Siap Panen Tanaman Sayuran Berbasis Mobile Android Dengan Deep Learning. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(4), pp.647-655.
- [2]. Saputra, A.H. and Fudholi, D.H., 2021. Realtime Object Detection Masa Siap Panen Tanaman Sayuran Berbasis Mobile Android Dengan Deep Learning. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(4), pp.647-655.
- [3]. Agustina, F. and Sukron, M., 2022. Deteksi Kematangan Buah Pepaya Menggunakan Algoritma YOLO Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Infokam*, 18(2), pp.70-78.
- [4]. Manab, K.R.N., Mandyartha, E.P. and Rizki, A.M., 2021, November. Rancang Bangun Sistem Deteksi Huruf Rusia Berbasis Web Flask. In *Prosiding Seminar Nasional Informatika Bela Negara* (Vol. 2, pp. 156-160).
- [5]. Vishal, M.K., Banerjee, B., Saluja, R., Raju, D., Chinnusamy, V., Kumar, S., Sahoo, R.N. and Adinarayana, J., 2020, September. Leaf counting in rice (*Oryza Sativa* L.) using object detection: A deep learning approach. In *IGARSS 2020-2020 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (pp. 5286-5289). IEEE.
- [6]. Guntara, R.G., 2023. Pemanfaatan Google Colab Untuk Aplikasi Pendeteksian Masker Wajah Menggunakan Algoritma Deep Learning YOLOv7. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 5(1), pp.55-60.
- [7]. Prabowo, S.T. and Hadikurniawati, W., 2023. DETEKSI DAN PENGENALAN JENIS BERAS MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), pp.163-167.
- [8]. Aboah, A., Wang, B., Bagci, U. and Adu-Gyamfi, Y., 2023. Real-time multi-class helmet violation detection using few-shot data sampling

- technique and yolov8. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 5349-5357).
- [9]. Widjaja, P.A. and Leonesta, J.R., 2022. Determining Mango Plant Types Using YOLOv4. *Formosa Journal of Science and Technology*, 1(8), pp.1143-1150.
- [10]. Ren, F., Zhang, Y., Liu, X., Zhang, Y., Liu, Y. and Zhang, F., 2021, December. Identification of plant stomata based on YOLO v5 deep learning model. In Proceedings of the 2021 5th International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence (pp. 78-83).
- [11]. Widjaja, P.A., Theo, R. and Liem, K., 2022, October. Penggunaan YOLOv4 Untuk Menentukan Lokasi Dosen Dan Mahasiswa Dengan Menggunakan CCTV. In *Infinity* (Vol. 2, No. 1).
- [12]. Cholissodin, I., Sutrisno, S., Soebroto, A.A., Hasanah, U. and Febiola, Y.I., 2020. AI, Machine Learning & Deep Learning. *Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang*.
- [13]. Sukma, F.D. and Mukhaiyar, R., 2022. Alat Pendeteksi Ekspresi Wajah pada Pengendara Berbasis Image Processing. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 3(2), pp.364-373.
- [14]. Orisa, M. and Hidayat, T., 2019. Analisis Teknik Segmentasi Pada Pengolahan Citra. *ANALISIS TEKNIK SEGMENTASI PADA PENGOLAHAN CITRA*, 2(2), pp.1-5.
- [15]. Gobalakrishnan, N., Pradeep, K., Raman, C.J., Ali, L.J. and Gopinath, M.P., 2020, July. A systematic review on image processing and machine learning techniques for detecting plant diseases. In *2020 international conference on communication and signal processing (ICCSP)* (pp. 0465-0468). IEEE.