

Implementasi Algoritma YOLOv8 (You Only Look Once) Untuk Deteksi Jenis Buah Pisang Secara *Real-Time*

Riwayat Artikel

Received: 25 Februari 2025 | Final Revision: 17 Mei 2025 | Accepted: 26 Juni 2026

Pantri Pramukti^{#1}, Iwan Rizal Setiawan^{*2}

[#] Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sukabumi Alamat
dan Kota

¹pantri_pramukti@ummi.ac.id

²metalizer_5150@ummi.ac.id

^{*}Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Sukabumi

Jl. R.Syamsudin, SH, No. 50 dan Kota Sukabumi Jawa Barat

Abstrak — Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem yang mampu mendeteksi dan mengidentifikasi berbagai jenis buah pisang secara otomatis dan dalam waktu nyata menggunakan algoritma YOLOv8. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi buah pisang secara real-time dengan menggunakan algoritma YOLOv8. Penelitian ini difokuskan pada kemampuan sistem dalam mengidentifikasi dan membedakan berbagai jenis buah pisang secara otomatis di bawah berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang. Algoritma YOLOv8 dipilih karena keunggulannya dalam mendeteksi objek dengan kecepatan dan akurasi tinggi, sehingga diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dan efisien dalam mendukung pengenalan jenis buah pisang. Dengan adanya sistem deteksi ini, diharapkan dapat mempermudah proses pengenalan jenis buah pisang secara otomatis dalam aplikasi waktu nyata, baik untuk keperluan komersial maupun penelitian. Hasil keseluruhan akurasi untuk masing-masing jenis pisang mencapai 0,995, dengan tingkat akurasi yang konsisten untuk semua jenis pisang.

Kata Kunci— deteksi; jenis pisang; yolov8

Abstrak — This research aims to develop a system that is able to detect and identify various types of bananas automatically and in real time using the YOLOv8 algorithm. The main objective of this research is to design and implement a real-time banana detection system using the YOLOv8 algorithm. This research focuses on the system's ability to automatically identify and differentiate various types of bananas under various lighting conditions and backgrounds. The YOLOv8 algorithm was chosen because of its superiority in detecting objects with high speed and accuracy, so it is hoped that it can provide an effective and efficient solution in supporting the recognition of banana types. With this detection system, it is hoped that it can simplify the process of automatically recognizing banana types in real-time applications, both for commercial and research purposes. The overall accuracy results for each type of banana reached 0.995, with a consistent level of accuracy for all types of banana.

Keywords- detection; banana type; yolov8

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi terus berkembang pesat dan menjadi semakin penting di berbagai bidang, terutama dalam mendukung aktivitas utama pengguna. Dalam perkembangan teknologi, informasi seringkali diolah menggunakan teknologi komputer multimedia interaktif untuk mengelola data sehingga menjadi informasi yang lebih bermanfaat dan efisien [1]

Indonesia memiliki kekayaan yang melimpah dalam berbagai jenis buah-buahan, termasuk pisang, yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Pisang merupakan buah yang sangat umum dalam kehidupan sehari-hari dan sering dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan gizi harian. Di Indonesia, terdapat sekitar 200 jenis pisang yang tersebar di seluruh kepulauan.

Beberapa jenis pisang yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia antara lain pisang ambon, pisang lumut, pisang tanduk, pisang kepok, pisang Bangka, pisang rajasereh, pisang rajabulu, pisang jimbluk, dan pisang lampung [2]

Pisang adalah tanaman buah yang kaya akan vitamin, mineral, dan karbohidrat. Namun, di Indonesia, pisang jarang ditanam secara intensif, baik di tingkat rumah tangga maupun di kebun, sehingga produksi pisang di Indonesia tetap rendah dan sulit bersaing di pasar internasional [3]

Pisang diklasifikasikan berdasarkan pengenalan visual jenis dan bentuk buah oleh mata manusia. Namun, saat ini masih ada kurangnya pemahaman di masyarakat mengenai berbagai jenis pisang dan kandungan gizinya. Petani pisang masih mengandalkan kemampuan manual untuk mengklasifikasikan hasil panen yang besar. Proses klasifikasi buah pisang secara manual memiliki kelemahan, seperti kelelahan, ketidak-konsistenan, dan subjektivitas penilaian manusia, yang dapat menyebabkan klasifikasi yang tidak akurat [4]

Salah satu inovasi manusia yang terus berkembang dan dikenal luas serta digunakan oleh hampir semua orang adalah AI (Kecerdasan Buatan). AI ini mampu menyelesaikan berbagai masalah kompleks yang memerlukan efektivitas dan efisiensi baik dalam hal data maupun waktu [5]

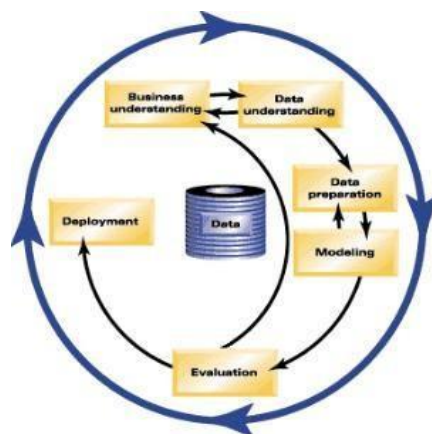
Kecerdasan Buatan (AI) mengacu pada kemampuan mesin atau perangkat lunak untuk melakukan tugas-tugas yang sebelumnya hanya dapat dilakukan oleh manusia, seperti pembelajaran, penalaran, dan persepsi. AI mencakup kemampuan sistem untuk mengenali pola, membuat kesimpulan, dan beradaptasi dengan informasi baru, sehingga memungkinkan penanganan berbagai tugas yang rumit dan kompleks tanpa campur tangan manusia [6]

Salah satu aspek dari kecerdasan buatan adalah machine learning. Machine Learning merupakan pengembangan sistem yang dapat memperoleh pengetahuan dan beradaptasi dengan informasi dari data. Ini adalah bagian penting dari kecerdasan buatan yang sering digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah dengan kemampuan yang terus berkembang seiring waktu [7]

Berdasarkan kebutuhan untuk mengidentifikasi dan membedakan jenis buah pisang secara real-time, diperlukan platform yang mampu mendeteksi dan mengenali buah pisang dengan akurat. Tujuan utamanya adalah memudahkan petani dan pengguna lainnya dalam mengenali jenis pisang dengan tepat. Pada tahap ini, penerapan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dengan model You Only Look Once (YOLO) dipilih sebagai solusi yang tepat untuk mencapai keberhasilan dalam deteksi objek. CNN telah terbukti efektif untuk tugas-tugas deteksi objek, sedangkan YOLO menawarkan pendekatan yang cepat dan akurat dalam mengidentifikasi objek dalam gambar secara real-time. Dengan mempertimbangkan latar belakang dan tujuan penelitian ini, judul karya ilmiah yang tepat adalah: "DETEKSI JENIS BUAH PISANG SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLOV8 (YOU ONLY LOOK ONCE)".

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, penulis menggunakan metode CRISP-DM sebagai proses pengembangan penelitian, sehingga membuat penulis melakukan penelitian ini secara sistematis dan efektif. Tahapan pada CRISP-DM dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Tahapan CRIPS-DM

A. Business Understanding

Pada tahap ini, penulis menetapkan tujuan utama penelitian untuk mendeteksi jenis buah pisang secara real-time dengan menggunakan metode You Only Look Once (YOLO). Keputusan ini diambil karena berbagai jenis buah pisang memiliki

karakteristik visual yang serupa, yang perlu diidentifikasi. Model YOLO dipilih karena reputasinya dalam mendeteksi objek dengan akurasi tinggi, serta sebagai kelanjutan dari penelitian sebelumnya yang berfokus pada klasifikasi buah-buahan.

B. Data Understanding

Dalam proses pemahaman data, penulis mengumpulkan dan menganalisis karakteristik dari berbagai jenis buah pisang. Berdasarkan data yang diperoleh, jenis-jenis buah pisang dengan pola serupa diidentifikasi sebagai berikut.

C. Data Preparation

Pada tahap ini, penulis melakukan pelabelan objek dengan menambahkan bounding box untuk menentukan lokasi dan kelas objek pada setiap gambar. Selanjutnya, penulis melakukan augmentasi data dengan teknik seperti resizing, flipping, rotation, shearing, saturation, dan blurring menggunakan image data generator dari Keras. Dataset kemudian dibagi menjadi dua bagian: data training untuk melatih model YOLO dan data validation untuk mengevaluasi performa serta menyesuaikan parameter selama proses pelatihan.

D. Modeling

Modeling dalam penelitian ini melibatkan pembangunan dan konfigurasi model deteksi dengan menggunakan algoritma YOLO (You Only Look Once). Langkah pertama adalah memilih arsitektur model YOLO yang sesuai untuk mendeteksi berbagai jenis buah pisang. Setelah itu, model akan dikonfigurasi dengan menyesuaikan parameter dan jumlah layer konvolusi agar sesuai dengan karakteristik data dan kompleksitas tugas. Model kemudian akan disusun menggunakan framework deep learning seperti TensorFlow dan dilatih dengan subset pelatihan dari dataset yang telah dipersiapkan. Proses pelatihan melibatkan iterasi berulang untuk mengoptimalkan bobot dan parameter model agar deteksi jenis buah pisang mencapai akurasi tinggi. Evaluasi model juga akan dilakukan secara berkala dengan menggunakan subset pengujian untuk mengukur kinerja dan memperbaiki model jika diperlukan. Langkah-langkah ini bertujuan untuk menghasilkan model deteksi jenis buah pisang yang siap digunakan dalam aplikasi real-time.

E. Evalution

Pada tahap evaluasi, penulis menilai hasil dari model yang telah dikembangkan. Evaluasi ini mencakup analisis hasil keluaran dari Precision dan Recall setelah model selesai dilatih. Selain itu, penulis juga memeriksa Mean Average Precision (mAP) untuk menilai rata-rata Precision dan Recall yang dihasilkan oleh model.

F. Deployment

Pada tahap akhir, setelah model dikembangkan sesuai dengan tujuan, penulis mengintegrasikan model ke dalam sebuah website sederhana menggunakan Flask sebagai kerangka kerja utama. Proses ini sangat penting untuk memastikan bahwa hasil penelitian dapat diakses dan digunakan dengan mudah oleh pengguna melalui situs web.

Adapun untuk bahasa pemrograman yang di hgunakan sebagai alat bantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini

A. Python

Python, yang dikembangkan oleh Guido van Rossum, merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang menitikberatkan pada pemrograman berorientasi objek. Sebagai bahasa yang bersifat lintas platform dan diinterpretasikan secara maksimal, Python unggul dalam menangani kumpulan data yang kompleks. Salah satu keunggulan utamanya adalah fleksibilitas, yang memungkinkan penggunaannya dalam pengolahan data, pengembangan sistem, algoritma machine learning (ML), layanan web, hingga data mining untuk meningkatkan efisiensi dalam menyelesaikan berbagai tugas. Berkat sintaks yang mudah dibaca, Python menjadi pilihan utama di kalangan ilmuwan dan analis data, serta cocok bagi pemula maupun programmer berpengalaman. Sebagai bahasa pemrograman interpretatif serbaguna, Python menekankan kesederhanaan dalam penulisan kode, sehingga mudah dipelajari oleh berbagai tingkat pengguna, baik yang baru memulai maupun yang sudah profesional [8]

B. Google colab

Google Colab merupakan sebuah platform pengembangan cloud yang memungkinkan pengguna untuk melakukan pemrograman dan analisis data menggunakan Python. Di dalamnya, tersedia berbagai pustaka Python seperti Pandas, Matplotlib, dan Plotly yang bisa digunakan untuk memproses dan membuat visualisasi data. Kelebihan utama Google Colab adalah kemudahan penggunaannya dalam menghasilkan visualisasi data tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak di komputer local [9]

C. Tensorflow

TensorFlow, sebuah framework open-source yang dikembangkan oleh Google, digunakan untuk mengembangkan dan melatih berbagai model machine learning deep learning, serta analisis statistik. Diterapkan dalam berbagai bidang aplikasi seperti pengenalan gambar, suara, sistem kendaraan otonom, deteksi cacat produk, prediksi harga rumah, dan pendeteksian default peminjam kartu kredit. Kelebihannya meliputi fleksibilitas penggunaan, open-source, dukungan GPU, CPU, dan TPU,

serta kompatibilitas dengan berbagai bahasa pemrograman. Namun, memiliki keterbatasan terkait dukungan Windows, kecepatan relatif lambat, seringnya pembaruan, dan ketergantungan pada platform tertentu [10] *D. Object detection*

Teknologi Object Detection merujuk pada bidang komputasi yang terkait dengan visi komputer dan pengolahan gambar. Fokus utamanya adalah pada identifikasi instance objek semantik dari kelas tertentu, seperti manusia, bangunan, atau mobil, dalam konteks gambar dan video digital. Kemampuan deteksi objek ini mencakup area seperti deteksi wajah dan identifikasi pejalan kaki. Penerapan Object Detection sangat luas dan dapat ditemukan dalam berbagai aspek pengembangan penglihatan komputer, termasuk pengambilan gambar dan pengawasan video [11]

E. Computer vision

Computer vision adalah bidang dalam kecerdasan buatan yang berkaitan dengan pengembangan sistem komputer untuk memproses, menganalisis, dan memahami visual data dalam bentuk gambar atau video. Tujuan utama dari computer vision adalah membuat komputer mampu melihat dan menginterpretasikan dunia sekitarnya seperti manusia [12]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

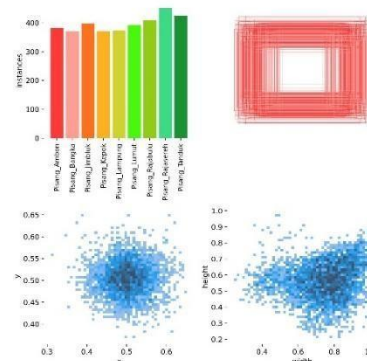
A. Business Understanding

Pada tahap ini, peneliti menetapkan kebutuhan bisnis atau tujuan penelitian. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model deteksi menggunakan algoritma YOLO untuk mengenali berbagai jenis buah pisang secara real-time berdasarkan karakteristik visualnya. Buah pisang dipilih sebagai fokus penelitian karena kepopulerannya sebagai buah yang sering dikonsumsi dan diperdagangkan, serta variasi jenisnya yang banyak. Dalam konteks ini, algoritma YOLO (You Only Look Once) dianggap sebagai pilihan yang ideal karena kemampuannya dalam mendeteksi objek dengan cepat dan akurat, bahkan pada gambar dengan tingkat kompleksitas visual yang tinggi.

B. Data Understanding

Pada tahap awal penelitian ini, penulis mengumpulkan dataset yang mencakup berbagai jenis buah pisang. Dataset ini disusun dengan teliti, berisi gambar-gambar buah pisang yang diambil langsung oleh penulis. Proses pengumpulan data dilakukan secara hati-hati untuk memastikan bahwa dataset mencakup variasi yang cukup dari setiap jenis buah pisang yang akan dideteksi. Setiap gambar dalam dataset diambil dengan kualitas tinggi, memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi dengan jelas fitur visual yang membedakan berbagai jenis pisang. Pengumpulan dataset ini merupakan langkah krusial dalam penelitian, karena kualitas dan keragaman data dalam dataset mempengaruhi kinerja dan akurasi model deteksi yang akan dikembangkan. Oleh karena itu, penulis memastikan bahwa dataset mencakup berbagai aspek dari buah pisang, termasuk variasi bentuk.

digunakan dapat dilihat dari diagram-diagram di bawah ini:



Gambar 2. Hasil statistik sebaran objek pada dataset

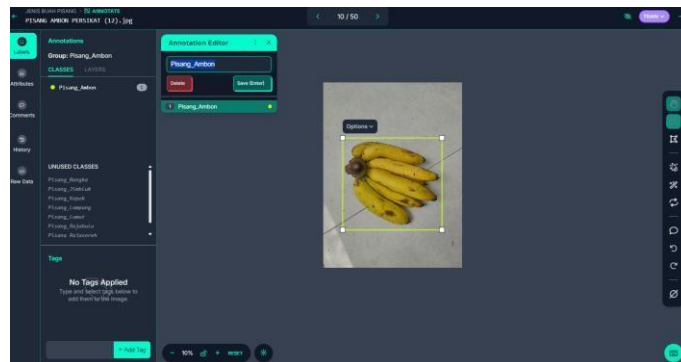
C. Data Pre-processing

Dalam persiapan data ini penulis melakukan labelling objek. Setelah itu membagi dataset jenis buah pisang yang terkumpul menjadi dua bagian yaitu data train dan data validation. Pada data train digunakan untuk melatih dan mengembangkan model dan pada data validation digunakan untuk validasi model yang bertujuan untuk menentukan akurasi model. Lalu penulis melakukan augmentasi data dengan tujuan untuk memperbanyak dataset dan menambah variasi dataset yang ada sehingga model dapat mengenal objek dengan lebih baik, augmentasi data meliputi *resize*, *flip*, *rotate*, *rotation*, *shear*, *saturation*, dan *blur*.

D. Labelling Object

Penulis melakukan pelabelan objek pada setiap dataset yang telah terkumpul agar model dapat mengenali lokasi objek yang akan diidentifikasi. Karena model yang digunakan adalah YOLO, pelabelan dilakukan menggunakan bounding box, yang mencakup nomor kelas objek, koordinat x dan y, serta lebar dan tinggi objek.

Dalam proses pelabelan objek, penulis menggunakan aplikasi berbasis web, yaitu Roboflow, dengan format pelabelan yang sesuai untuk model YOLO. File yang telah diberi label akan disimpan dalam satu folder yang berisi folder gambar serta folder koordinat objek. Gambar di bawah ini menunjukkan tampilan saat proses pelabelan dilakukan, sementara gambar lainnya menampilkan isi file “.txt” yang dihasilkan setelah gambar diberi label.



Gambar 3. Proses labelling gambar

```
0 0.505859375 0.498046875 0.5774739583333334 0.42919921875
1 0.4654947916666667 0.5595703125 0.6725260416666666 0.6357421875
2 0.494140625 0.5107421875 0.66796875 0.4306640625
3 0.4518229166666667 0.5224609375 0.619140625 0.5615234375
5 0.5227864583333334 0.5283203125 0.76171875 0.4287109375
6 0.5123697916666666 0.572265625 0.7565104166666666 0.45654296875
7 0.4934895833333333 0.51220703125 0.85546875 0.4111328125
8 0.5670572916666666 0.494140625 0.7669270833333334 0.56982421875
```

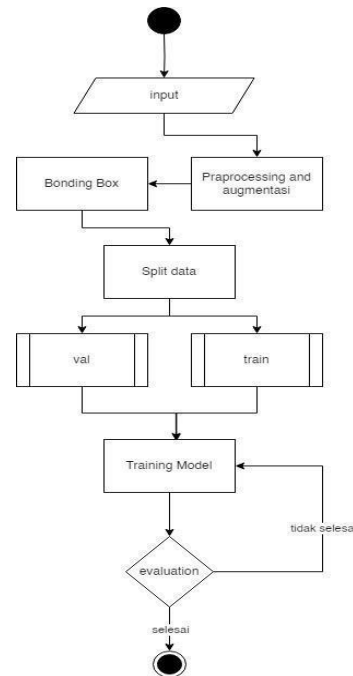
Gambar 4. Isi dari file .txt

Pada gambar 4.3 diatas ini dapat dilihat bahwa isi dari file “.txt” merupakan sebuah angka koordinat yang didapatkan dari labelling object sebelumnya, sedikit penjelasan tentang titik koordinat itu adalah sebagai berikut:

1. Pada nomor paling kiri menunjukkan kelas objek untuk kelas: 0 untuk pisang ambon, 1 untuk pisang bangka, 2 untuk pisang jimbuk, 3 untuk pisang kepok, 4 untuk pisang lampung, 5 untuk pisang lumut, 6 untuk pisang rajabulu, 7 untuk pisang rajasereh, 8 untuk pisang tanduk.
2. Untuk titik koordinat 1 dan 2 merupakan sumbu x dan juga sumbu y pada bounding box.
3. Dan untuk titik koordinat 3 dan 4 merupakan panjang dan lebar bounding box pada label.

E. Modeling

Pada tahap ini, penulis melatih model menggunakan dataset yang telah dipersiapkan sebelumnya. Model yang digunakan adalah YOLO, yang disediakan oleh library Ultralytics dan diimplementasikan menggunakan Google Colab dengan bahasa pemrograman Python. Dataset dibagi menjadi dua bagian: 80% untuk data pelatihan dan 20% untuk data validasi. Data pelatihan berfungsi untuk melatih model machine learning, sementara data validasi digunakan untuk mengevaluasi kinerja model setelah pelatihan. Tujuan dari pemodelan ini adalah untuk menghasilkan model yang mampu mengidentifikasi jenis buah pisang dengan tingkat akurasi yang tinggi.



Gambar 5. Workflow Diagram Model

Pada kode program tersebut model yang digunakan merupakan YOLOV8 dengan banyaknya pelatihan yaitu 60 epoch, dengan learning rate sebesar 0.01, learning rate ini merupakan parameter yang menentukan seberapa besar langkah yang diambil model dalam memperbarui bobotnya selama pelatihan. Setelah pelatihan model selesai maka didapatkanlah hasil seperti table berikut ini:

Tabel 1. Hasil pelatihan model YOLOv8

No	Kelas	Images	Instances	Precision	Recal	mAP50	mAP50-90
1	Pisang_Ambon	296	30	0.997	1	0.995	0.888
2	Pisang_Bangka	296	38	0.997	1	0.995	0.898
3	Pisang_Jimbluk	296	28	1	0.97	0.995	0.9
4	Pisang_Kepok	296	30	0.99	1	0.995	0.862
5	Pisang_Lampung	296	25	0.994	1	0.995	0.873
6	Pisang_Lumut	296	30	0.998	1	0.995	0.874
7	Pisang_Rajabulu	296	31	0.996	1	0.995	0.854
8	Pisang_Rajasereh	296	38	0.997	1	0.995	0.845
9	Pisang_Tanduk	296	46	0.999	1	0.995	0.821

F. Evalution

Penulis mengevaluasi kinerja model yang telah dikembangkan dengan meninjau hasil dari metrik evaluasi seperti *Mean Average Precision* (mAP), *precision*, *recall*, dan akurasi yang dihasilkan oleh model tersebut. Jika model yang dilatih menunjukkan kualitas yang baik saat diuji dengan data baru, proses akan dilanjutkan ke tahap berikutnya. Namun, jika model tidak menunjukkan performa yang memuaskan saat diuji, penulis akan melakukan pelatihan ulang dengan menggunakan metode transfer learning. Langkah ini diambil untuk memastikan bahwa model yang dilatih dapat mengidentifikasi buah pisang dengan lebih akurat pada data baru.



Gambar 6. Prediksi Model Setelah Pelatihan

G. Deployment

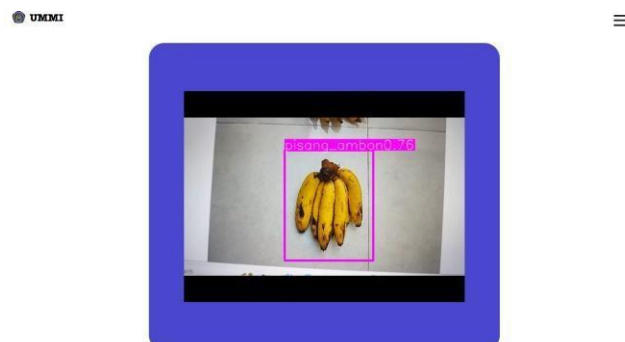
Tabel Pada tahap ini, penulis mengimplementasikan model yang telah dilatih ke dalam sebuah website menggunakan Flask. Website ini memiliki dua halaman utama, yaitu halaman pertama sebagai landing page dan halaman kedua yang menyediakan fungsi deteksi objek secara real-time untuk mengidentifikasi jenis buah pisang.

Halaman pertama berfungsi sebagai halaman utama yang memuat informasi tentang jenis-jenis buah pisang yang dapat diidentifikasi melalui website ini. Sementara itu, halaman kedua menyediakan fitur deteksi objek secara langsung menggunakan kamera. Ketika pengguna mengakses halaman ini, kamera akan otomatis terbuka, dan model YOLO yang telah dilatih akan melabeli jenis buah pisang yang terdeteksi dan menampilkannya di website. Tampilan halaman utama dari website ini dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 7. Landing Page Website

Pengguna dapat mengakses halaman kedua dengan dua cara: pertama, dengan menekan tombol "Deteksi Sekarang" yang berada di tengah halaman web; sebagai alternatif, pengguna juga bisa menggunakan tautan 'http://127.0.0.1:5000/'. Setelah masuk ke halaman tersebut, kamera akan otomatis diaktifkan untuk mendeteksi objek yang muncul di depan kamera. Di bawah ini adalah contoh gambar dari hasil deteksi yang terdapat pada halaman kedua website.



Gambar 8. Hasil deteksi pada buah pisang jenis ambon

IV. SIMPULAN

Algoritma YOLO v8 berhasil diimplementasikan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan berbagai jenis buah pisang secara real-time dengan tingkat akurasi yang tinggi. Model yang telah dilatih mampu mengenali beberapa jenis pisang, seperti Pisang Ambon, Pisang Raja, Pisang Kepok, dan lainnya, dengan akurasi yang konsisten mencapai 0,995.

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini masih dapat ditingkatkan dengan menambahkan variasi gambar, termasuk pisang dari berbagai sudut, kondisi pencahayaan, dan latar belakang yang beragam. Langkah ini akan membantu model menjadi lebih stabil dan akurat.

Penelitian di masa depan dapat menerapkan teknik augmentasi data yang lebih beragam untuk meningkatkan jumlah data pelatihan dan mencegah overfitting, sehingga model dapat memiliki kemampuan generalisasi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. P. Iklima, M. Nasir, and H. T. Hidayat, "Klasifikasi Jenis Pisang Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN)," *Teknol. Rekayasa Inf. dan Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–14, 2019.
- [2] M. Afriansyah, J. Saputra, V. Yoga, P. Ardhana, and Y. Sa, "ALGORITMA NAIVE BAYES YANG EFISIEN UNTUK KLASIFIKASI BUAH," vol. 1, no. 2, pp. 236–248, 2024.
- [3] Indarto and Murinto, "Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS (Banana Fruit Detection Based on Banana Skin Image Features Using HSI Color Space Transformation Method)," *J. Ilm. Inform.*, vol. V, no. November, pp. 15–21, 2020.
- [4] C. Nisa and F. Candra, "Klasifikasi Jenis Buah Pisang Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 78–84, 2023, doi: 10.57152/malcom.v4i1.1018.
- [5] A. Arly, N. Dwi, and R. Andini, "Implementasi Penggunaan Artificial Intelligence Dalam Proses Pembelajaran Mahasiswa Ilmu Komunikasi di Kelas A," *Pros. Semin. Nas.*, pp. 362–374, 2023.
- [6] Y. Fauzi, E. Andiono, and M. Khamali, "Aplikasi Object Detection and Tracking Untuk Penyandang Tunanetra dengan Internet of Things (IoT) (Menggunakan Bahasa Pemrograman Phytion)," *Univ. Budiluhur, Jakarta 1 Jln. Raya Cilegon Serang KM.08 Kramatwatu*, vol. 12260, pp. 1–6, 2020.
- [7] L. Rahma, H. Syaputra, A. H. Mirza, and S. D. Purnamasari, "Objek Deteksi Makanan Khas Palembang Menggunakan Algoritma YOLO (You Only Look Once)," *J. Nas. Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 213–232, 2021, doi: 10.47747/jurnalnik.v2i3.534.
- [8] S. Junaidi, M. Devegi, and H. Kurniawan, "Pelatihan Pengolahan dan Visualisasi Data Penduduk Menggunakan Python," vol. 4, no. 1, pp. 151–162, 2023, doi: 10.30812/adma.v4i1.2963.
- [9] R. G. Guntara, "Visualisasi Data Laporan Penjualan Toko Online Melalui Pendekatan Data Science Menggunakan Google Colab," *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 2, no. 6, pp. 2091–2100, 2023.
- [10] pipit dewi Arnesia, "APLIKASI ARTIFICIAL INTELLIGENCE UNTUK MENDETEKSI OBJEK BERBASIS WEB MENGGUNAKAN LIBRARY TENSORFLOW JS , REACT JS," vol. 9, no. 1, pp. 62–69, 2022.
- [11] D. H. Prayitna *et al.*, "PERANCANGAN PROTOTYPE DETEKSI KELENGKAPAN," pp. 57–

69, 2021.

- [12] G. Plastiras, C. Kyrkou, and T. Theocharides, “Efficient convnet-based object detection for unmanned aerial vehicles by selective tile processing,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, 2019, doi: 10.1145/3243394.3243692.