



PERANCANGAN SISTEM DETEKSI KEMATANGAN BUAH NAGA MERAH BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA YOLO (YOU ONLY LOOK ONCE)

Nurhayati¹, Aditya Kusuma²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang
email: dosen02378@unpam.ac.id¹, kusumaaditya282@gmail.com²

Informasi Artikel	ABSTRACT
<p>Riwayat artikel : Disubmit : 15 Juni 2025 Direvisi : 21 Juni 2025 Diterima : 23 Juni 2025 Dipublikasi : 26 Juni 2025</p> <p>Keywords: Dragon fruit; ripeness detection; deep learning; image processing; YOLO; object detection</p>	<p><i>Dragon fruit is highly favored by farmers due to its various benefits, particularly its high economic value. However, during the post-harvest stage, it requires special handling, especially in determining the level of ripeness. Currently, sorting is still carried out manually through direct visual observation, which is often inaccurate, time-consuming, and highly subjective, resulting in inconsistent outcomes. The emergence of image processing technology offers a practical solution by enabling farmers to automatically classify dragon fruit into three categories: unripe, semi-ripe, and ripe. Deep learning algorithms have become popular for object detection tasks, including fruit classification. This study aims to design a deep learning-based object detection application capable of identifying the ripeness level of dragon fruit using the YOLO (You Only Look Once) algorithm, which detects physical characteristics associated with ripeness. Technically, the system consists of several main stages: image acquisition, data preprocessing, object detection using the YOLO algorithm, and result visualization. The dataset was divided into 82% for training, 12% for validation, and 6% for testing, and the model was trained over 50 epochs using images resized to 640 pixels. As a result, the model successfully learned to detect dragon fruit ripeness based on the input data. In the 'raw' class, 203 images were correctly detected, with a confusion matrix score of 0.898, while in the 'ripe' class, 214 images were correctly identified, resulting in a score of 0.98. The overall average score across both classes was 0.581.</i></p>
<p>Kata Kunci: Buah naga; deteksi kematangan; deep learning; pengolahan citra; YOLO; deteksi objek</p>	<p>ABSTRAK</p> <p>Buah naga diminati oleh para petani karena manfaatnya. Buah naga juga memerlukan perawatan khusus, terutama yang berkaitan dengan tingkat kematangannya. Saat ini, petani masih melakukan penyortiran buah naga secara manual dengan mengamati secara langsung yang mana seringkali kurang akurat dan membutuhkan waktu yang lama, penilaian secara manual sangat dipengaruhi oleh subjektivitas individu, sehingga memungkinkan adanya ketidak konsistenan dalam hasil yang diperoleh. Hadirnya Teknologi berbasis pengolahan citra memberikan peluang solusi kemudahan bagi petani untuk mempermudah pengelompokan buah naga dari buah naga mentah, buah naga mengkal, dan buah naga matang. Algoritma <i>Deep Learning</i> telah menjadi metode populer untuk deteksi objek, termasuk buah-buahan. Penelitian ini bertujuan merancang sebuah Aplikasi <i>Object Detection</i> berbasis <i>Deep Learning</i> yang dapat digunakan untuk mendeteksi kematangan buah naga. Model <i>Deep Learning</i> menggunakan metode Algoritma YOLO (<i>You Only Look Once</i>) yang telah diimplementasikan untuk mengenali ciri-ciri fisik buah naga yang menentukan kematangannya. Dari sisi teknis, sistem ini terdiri atas beberapa tahapan utama, yaitu pengambilan gambar, <i>preprocessing</i> data, deteksi objek menggunakan algoritma YOLO, dan visualisasi hasil. <i>Splitting dataset</i> ini dilakukan dengan proporsi 82% digunakan untuk data <i>train</i> dan 12% untuk data <i>valid</i>, dan 6% untuk data test dengan dataset yang telah diidentifikasi, sebanyak 50 epoch. Hasilnya, model akan dilatih untuk mengenali kematangan buah naga berdasarkan data yang disediakan. Hasil yang diperoleh pada kelas <i>raw</i> terdapat 203 gambar yang terdeteksi benar dengan nilai <i>confussion matrix</i> kelas <i>raw</i> sebanyak 0.898 dan hasil yang diperoleh dalam kelas <i>ripe</i> terdapat 214 gambar yang terdeteksi benar dengan <i>confussion matrix</i> sebesar 0.98 dengan nilai rata rata keduanya sebesar 0.581.</p>





PENDAHULUAN

Kecerdasan buatan berkembang dengan sangat pesat di dunia globalisasi saat ini, dan hal ini pasti akan berdampak pada berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk pertanian (Verdinandus Lelu Ngongo¹, Taufiq Hidayat², 2019) . Revolusi industri 4.0 telah membawa transformasi besar dalam berbagai sektor, termasuk pertanian. Salah satu inovasi teknologi yang semakin mendapat perhatian dalam dunia pertanian adalah Artificial Intelligence (AI) (Machfud et al., 2025) . Salah satu bentuk pemanfaatan kecerdasan buatan yang kini banyak dimanfaatkan yaitu pengolahan citra digital untuk mendukung proses pengambilan keputusan yang cepat dan akurat dimana Teknologi ini dapat memberikan manfaat signifikan dalam pengelolaan hasil pertanian (Mukin, 2023).

Karena buah naga dihasilkan oleh kaktus yang termasuk dalam genus *Hylocereus* dan *Selenicereus*, buah naga merupakan jenis buah yang istimewa. Kaktus hutan yang menghasilkan buah bersisik berwarna merah tua ini berasal dari Amerika Utara, Amerika Tengah, dan Meksiko (Nurhafizhah et al., 2020). Ada empat varietas buah naga: buah naga kuning, merah, sangat merah, dan putih. Selain dagingnya, kulit buah naga juga memiliki potensi yang menarik. Kulitnya, yang sering kali dibuang, dapat dimanfaatkan dalam industri pangan sebagai pewarna alami, serta dalam kosmetik untuk pewarnaan. Meskipun banyak orang hanya mengonsumsi daging buahnya, kulit buah naga sebenarnya memiliki nilai tambah yang penting dalam berbagai industri, menjadikannya lebih dari sekadar limbah (Astika Winahyu et al., 2019).

Buah naga diminati oleh para petani karena manfaatnya, terutama nilai ekonominya yang tinggi. Namun, pada tahap pasca panen, buah naga juga memerlukan perawatan khusus, terutama yang berkaitan dengan tingkat kematangannya (Syam, 2019). Saat ini, petani masih melakukan penyortiran buah naga secara manual dengan mengamati secara langsung yang mana seringkali kurang akurat dan membutuhkan waktu yang lama, selain itu penilaian secara manual sangat dipengaruhi oleh subjektivitas individu, sehingga memungkinkan adanya ketidakkonsistenan dalam hasil yang diperoleh (Folla & Bulan, 2023).

Melihat permasalahan tersebut, hadirnya Teknologi berbasis pengolahan citra memberikan peluang solusi kemudahan bagi petani untuk mempermudah pengelompokan buah naga dari buah naga mentah, buah naga mengkal, dan buah naga matang (Atika & Sayekti, 2023). Deteksi kematangan buah naga merupakan tahap penting dalam proses panen dan pemasaran, dan penerapan Teknik deteksi otomatis dapat meningkatkan efisiensi serta akurasi klasifikasi kematangan. Dalam beberapa tahun terakhir, Algoritma *Deep Learning* telah menjadi metode populer untuk deteksi objek, termasuk buah-buahan, sehingga memungkinkan pengembangan sistem yang lebih canggih untuk mendukung keputusan panen yang tepat dan optimalisasi distribusi buah naga berdasarkan tingkat kematangannya (Aras et al., 2024).





Algoritma *YOLO (You Only Look Once)* dikembangkan untuk mendeteksi objek secara *real-time*. Algoritma ini menggunakan *classifier* atau *localizer* yang dimodifikasi untuk mendeteksi objek dalam citra. Model ini diaplikasikan pada citra untuk mendeteksi beberapa objek sekaligus, daerah dalam citra yang memiliki skor tertinggi akan dianggap sebagai hasil deteksi yang akurat, metode ini mampu mendeteksi objek dalam gambar dengan sangat cepat, dan akurasi yang tinggi sehingga sangat cocok untuk diterapkan dalam sistem deteksi kematangan buah naga (Rachmawati & Widhyaestoeti, 2020).

Pada Penelitian sebelumnya setelah melakukan beberapa percobaan, ditemukan bahwa model yang dikembangkan menggunakan Algoritma *YOLO (You Only Look Once)* untuk klasifikasi kematangan alpukat secara *real-time* menghasilkan hasil yang cukup optimal dan penelitian yang dilakukan di sini memperoleh akurasi sebesar 0.81 (Widiati & Haryanto, 2024). Kemudian terdapat juga penelitian dengan tingkat akurasi 0.9, temuan penelitian ini dimaksudkan untuk membuktikan klasifikasi kematangan buah kelapa sawit melalui penggunaan sistem deteksi Algoritma *YOLO (You Only Look Once)* dapat memperoleh akurasi yang tinggi (Kurniawan et al., 2023). Dengan nilai *mAP* sebesar 81%, Presisi sebesar 70,5%, dan *Recall* sebesar 75,9%, pengujian yang dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas algoritma *YOLOv8* dalam mengidentifikasi dan mengkategorikan tahap kematangan nanas membuahkan hasil yang baik, menghasilkan akurasi yang cukup wajar di berbagai tingkatan (Prasetya et al., 2024). Setelah membandingkan hasil, kami menemukan bahwa dalam metode yang diusulkan, kerugian pelatihan adalah 0,025, dan MAP adalah 0,90. Meskipun model *YOLOv5* asli memiliki kerugian pelatihan sebesar 0,035 dan MAP sebesar 0,75, kami telah meningkatkan kriteria kinerja dan mencapai hasil yang baik dalam mendeteksi objek dalam jumlah terbesar (Agariadne Dwinggo Samala, Ljubisa Bojic, Derya Bekiroğlu, Ronal Watrianthos, 2023).

METODE PENELITIAN

Sistem deteksi kematangan buah naga berbasis web menggunakan metode *You Only Look Once (YOLO)* dirancang untuk mengatasi tantangan dalam evaluasi manual yang kerap kali tidak akurat dan subjektif. Penilaian secara manual rentan terhadap kesalahan manusia, yang menyebabkan ketidakkonsistenan dalam menentukan tingkat kematangan buah. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi deteksi objek berbasis kecerdasan buatan seperti *YOLO* menjadi solusi yang lebih andal, cepat, dan objektif.

Keunggulan utama sistem ini terletak pada basis web, yang memungkinkan pengguna mengakses aplikasi dari berbagai perangkat yang terhubung ke internet. Melalui platform ini, pengguna hanya perlu mengunggah gambar buah naga atau menggunakan kamera secara langsung, dan sistem akan mendeteksi serta mengklasifikasikan kematangan buah secara otomatis. Pendekatan ini tidak hanya memudahkan pengguna, tetapi juga menghilangkan kebutuhan akan perangkat keras khusus.

Penerapan teknologi deteksi otomatis ini sangat bermanfaat bagi petani dan pelaku industri





pertanian. Dengan informasi yang akurat dan disajikan secara real-time, petani dapat mengambil keputusan yang lebih tepat dan cepat terkait waktu panen. Hal ini berkontribusi pada efisiensi proses produksi serta mengurangi risiko kerugian akibat kesalahan dalam menilai tingkat kematangan buah naga.

Selain itu, sistem ini mendukung upaya standarisasi kualitas di sektor pertanian. Dengan klasifikasi yang berbasis teknologi, hasil panen dapat lebih seragam dan memenuhi standar pasar, sehingga meningkatkan daya saing dan nilai jual buah naga. Teknologi ini juga dapat membantu produsen dalam menjaga konsistensi kualitas produk secara berkelanjutan.

Sistem yang disarankan adalah berbasis web dan menggunakan Algoritma *YOLO (You Only Look Once)* untuk menentukan kematangan buah naga secara otomatis. Sistem ini dirancang sebagai solusi terhadap metode manual yang seringkali melelahkan dan tidak konsisten. Dengan mengandalkan teknologi kecerdasan buatan, sistem ini dapat meningkatkan akurasi serta efisiensi dalam proses penentuan kematangan buah naga, sehingga hasil panen lebih optimal.

Dalam sistem ini, Algoritma *YOLO (You Only Look Once)* berperan sebagai algoritma utama yang menganalisis pola warna dari gambar buah naga yang diunggah oleh pengguna. Algoritma *YOLO (You Only Look Once)* dikenal dengan kemampuannya yang tinggi dalam mendeteksi objek dan fitur visual secara mendalam, sehingga memungkinkan sistem mengenali tingkat kematangan buah naga dengan akurat.

Pengguna hanya perlu mengambil gambar buah naga menggunakan kamera smartphone, komputer, atau webcam, kemudian mengunggahnya ke dalam sistem berbasis *web*. Setelah itu, sistem akan melakukan pemrosesan gambar menggunakan Pengguna hanya perlu mengambil gambar buah naga menggunakan kamera smartphone atau, komputer, kemudian mengunggahnya ke dalam sistem berbasis *web*. Setelah itu, sistem akan melakukan pemrosesan gambar menggunakan Algoritma *YOLO (You Only Look Once)* untuk menganalisis fitur warna dan tekstur buah, lalu mengeluarkan hasil klasifikasi kematangan dalam hitungan detik. Untuk menganalisis fitur warna dan tekstur buah, lalu mengeluarkan hasil klasifikasi kematangan dalam hitungan detik.

Tahap Pengumpulan Data, di mana data berupa gambar buah naga matang dan mentah dikumpulkan, data ini bisa diperoleh dari sumber dataset yang telah dikumpulkan. Pada tahap ini, jumlah dan variasi data sangat penting untuk memastikan model yang akan dibuat dapat bekerja dengan baik dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar.

Setelah data terkumpul, dilakukan Preprocessing Data, yaitu tahap di mana data gambar yang diperoleh akan diproses agar siap digunakan dalam pelatihan model. Beberapa teknik preprocessing yang biasa dilakukan meliputi resizing, normalisasi, augmentasi, serta konversi gambar ke skala abu-abu sesuai dengan model yang akan digunakan.

Pada tahap ini, peneliti melatih model, dengan menggunakan arsitektur *YOLOv8* untuk membuat





program deteksi objek. *YOLOv8* merupakan salah satu versi terbaru dari Algoritma *YOLO* (*You Only Look Once*) yang dikenal karena kemampuan deteksi objek dalam waktu real-time dan akurasi yang tinggi. Dalam penelitian ini, *YOLOv8* memanfaatkan jaringan neural yang kompleks. Struktur jaringan ini dirancang untuk memproses dan menganalisis citra atau video dengan efisiensi tinggi, memungkinkan deteksi objek dilakukan secara cepat dan akurat. Kemampuan deteksi real-time dari *YOLOv8* sangat penting, terutama pada penelitian ini yang membutuhkan respon cepat dan presisi. Algoritma ini tidak hanya mampu mengenali objek dalam citra statis, tetapi juga dapat mengidentifikasi dan melacak objek dalam video yang bergerak.

Tujuan utama dari deployment adalah untuk menghadirkan solusi yang praktis dan efisien bagi pengguna dalam menilai kematangan buah naga secara akurat dan konsisten. Dengan sistem ini, diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada metode penilaian manual yang sering kali tidak akurat dan memakan waktu. Deployment sistem ini bertujuan untuk membuat teknologi canggih lebih mudah diakses oleh pengguna melalui platform web yang dapat dioperasikan dari perangkat apa pun yang terhubung dengan internet. Ini memungkinkan pengguna di berbagai lokasi untuk menggunakan sistem ini tanpa memerlukan perangkat keras khusus atau pengetahuan teknis yang mendalam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah *You Only Look Once* (*YOLO*) sebagai algoritma utama dalam proses deteksi dan klasifikasi kematangan buah naga. *YOLO* dipilih karena kemampuannya dalam mendeteksi objek secara real-time dengan akurasi tinggi dan efisiensi yang sangat baik. Algoritma ini mampu mengenali objek dalam gambar hanya dengan satu kali pemrosesan, sehingga cocok untuk aplikasi berbasis web yang membutuhkan deteksi cepat dan responsif.

Proses implementasi model dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *Python* versi 3.10.12 dalam lingkungan *Google Colab*. *Google Colab* dipilih karena menyediakan dukungan GPU yang memungkinkan proses pelatihan model *YOLO* berjalan lebih cepat dan efisien. Selain itu, *Colab* mendukung berbagai pustaka penting seperti *OpenCV*, *Ultralytics YOLOv8*, dan *PyTorch* yang sangat membantu dalam pembangunan dan penerapan model deteksi objek secara langsung dalam sistem berbasis web.

Pengumpulan dan labeling data merupakan langkah awal yang krusial dalam mempersiapkan dataset untuk pelatihan model Algoritma *YOLO* (*You Only Look Once*). Proses ini dimulai dengan pengumpulan gambar buah naga dengan berbagai kualitas. Setelah itu, setiap gambar harus dilabeli dengan *bounding box* yang mengelilingi buah naga dan diberi label yang sesuai, seperti "*ripe*", dan "*raw*".

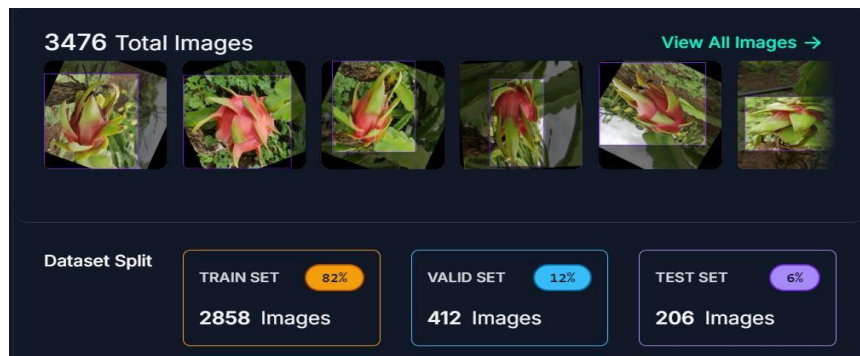
Pengaturan *anchor boxes* juga merupakan langkah penting yang perlu disesuaikan berdasarkan ukuran dan rasio aspek dari buah naga dalam dataset. Ini akan membantu Algoritma *YOLO* (*You Only Look Once*) mendeteksi objek dengan lebih akurat, terutama objek dengan berbagai ukuran. Setelah itu, gambar dan label diubah menjadi tensor, yang merupakan format yang digunakan oleh model Algoritma





YOLO (You Only Look Once) untuk pelatihan dan inferensi.

Sebagai langkah terakhir, verifikasi dan visualisasi dilakukan untuk memastikan tidak ada kesalahan dalam proses labeling dan splitting. Splitting dataset ini dilakukan dengan proporsi 82% digunakan untuk data train dan 12% untuk data valid, dan 6% untuk data test.



Gambar 1 : Gambar Data Set

Pelatihan Model

Akhirnya, semua gambar dalam grid tersebut dapat ditampilkan sebanyak 12 gambar, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2: Gambar Data Exploration

Evaluasi dan Pengujian

Pada tahap evaluasi, model deteksi kematangan buah naga merah dievaluasi menggunakan diagram *F1-Score*, dan *Precision* untuk mengukur kinerja sistem secara menyeluruh. *Precision* mengukur sejauh mana prediksi yang benar untuk kelas tertentu, seperti "raw" atau "ripe". Ini

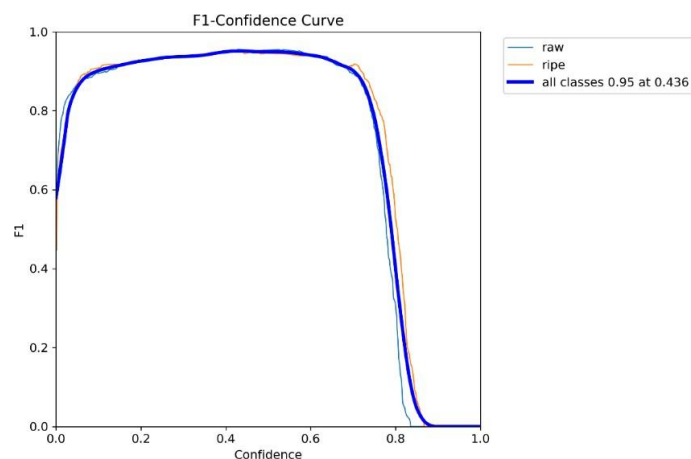




memastikan bahwa sistem tidak terlalu banyak menghasilkan prediksi positif yang salah. *F1-Score* untuk memberikan gambaran kinerja model secara keseluruhan, terutama ketika ada ketidakseimbangan antara jumlah data untuk tiap kelas. Dengan menggunakan kombinasi ketiga metrik ini, hasil evaluasi dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kemampuan model dalam mendeteksi kematangan buah naga dengan akurasi tinggi, baik dari sisi ketepatan maupun sensitivitasnya. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model memiliki performa yang tinggi dengan tingkat akurasi 0,98 mengindikasikan sistem dapat diimplementasikan dengan baik untuk mendukung klasifikasi kematangan buah naga merah. Berikut adalah gambaran hasil dari diagram *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*.

F1-Confidence Curve, dan Precision-Recall Curve

F1-Confidence Curve dan Precision-Recall Curve adalah visualisasi yang digunakan untuk memantau kinerja model machine learning selama proses pelatihan. Visualisasi ini membantu dalam memahami bagaimana model belajar dari waktu ke waktu dan apakah ada tanda-tanda overfitting atau underfitting. Berikut F1-Confidence Curve dan Precision-Recall Curve pada penelitian ini:



Gambar 3 : F-1 Confidence Curve

Dalam Grafik Ini :

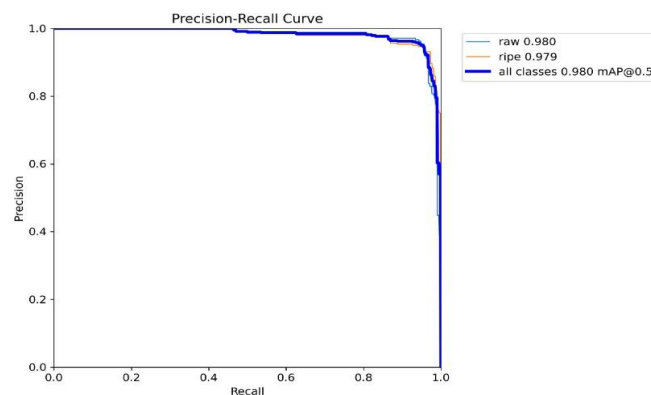
- Confidence Threshold*: Pada sumbu *horizontal* (x), nilai ambang kepercayaannya dari 0 hingga 1. Ini menunjukkan seberapa yakin Algoritma *YOLO* (*You Only Look Once*) dalam memprediksi kematangan buah naga.
- F1 Score*: Pada sumbu *vertikal* (y) dapat dilihat skor *F1* dari 0 hingga 1. Skor *F1* menggabungkan presisi dan *recall*, dan semakin tinggi nilainya, semakin baik performa model.
- Terdapat tiga garis pada grafik yaitu:





1. *Raw* (Oranye) menunjukkan deteksi buah naga yang belum matang
 2. *Ripe* (Biru muda) menunjukkan deteksi buah naga yang sudah matang
 3. *All Classes* (Biru tua) menunjukkan hasil gabungan dari kedua kategori di atas.
- d. Peningkatan *Confidence* untuk kedua kategori meningkat tajam. Ini menandakan bahwa ambang kepercayaan menghasilkan performa model yang baik.

Pada grafik ini semakin dekat kurva ke sudut kanan atas, semakin baik performa model.

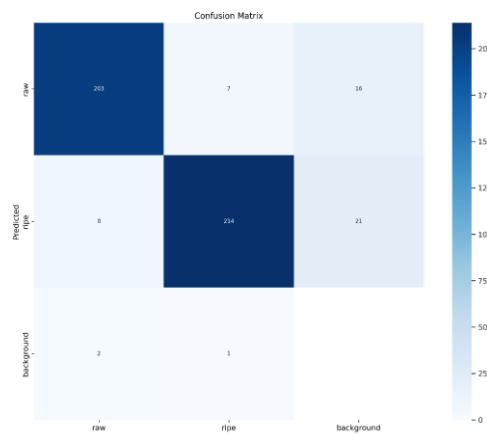


Gambar 4 : Precision-Recall Curve

Ini berarti presisi dan recall tinggi, dimana model mengidentifikasi lebih banyak positif dengan meminimalkan false positif.

Confussion Matrix

Confussion Matrix yang diperoleh dengan model yang sudah dibuat yang dimana dalam pengujiannya memiliki epoch sebanyak 50 adalah sebagai berikut:



Gambar 5 : Confussion Matrix

Hasil yang diperoleh pada gambar 4.9 Menggambarkan berapa jumlah buah naga yang dapat di deteksi sesuai kelas atau tidak. Berikut adalah hasil *Confussion Matrix* sesuai dengan kelasnya:





a. *Raw*

Berikut adalah tabel *Confussion Matrix* dengan kelas *Raw*:

Tabel 4 : *Confussion Matrix Kelas Raw*

	Positif	Negatif
Positif	203	23
Negatif	10	236

Hasil yang diperoleh dari kelas *Raw* pada Tabel 4.1 terdapat 203 gambar yang terdeteksi benar sesuai kelasnya. Sementara yang tidak terdeteksi dengan benar sebanyak 10 gambar. Kemudian ada langkah- langkah perhitungan sebagai berikut:

$$P_{raw} = \frac{203}{203 + 10} = \frac{203}{213} = 0.953$$

$$R_{raw} = \frac{203}{203 + 23} = \frac{203}{226} = 0.898$$

b. *Ripe*

Berikut adalah tabel *Confussion Matrix* dengan kelas *Ripe*:

Tabel 4. 2 *Confussion Matrix Kelas Ripe*

	Positif	Negatif
Positif	214	29
Negatif	8	221

Hasil yang diperoleh dari kelas *Ripe* pada Tabel 4.2 terdapat 214 gambar yang terdeteksi benar sesuai kelasnya. Sementara yang tidak terdeteksi dengan benar sebanyak 8 gambar. Kemudian ada langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :





$$P_{ripe} = \frac{214}{214 + 8} = \frac{214}{222} = 0.963$$

$$R_{ripe} = \frac{214}{214 + 29} = \frac{214}{243} = 0.880$$

mAP50 dihitung berdasarkan kurva *Precision-Recall* pada $IoU=0.5$

$$mAP50 = \frac{0.980 + 0.979}{2} = 0.9795 \approx 0.98$$

Hasil perhitungan AP (*Average Precision*) pada setiap nilai IoU , dan hasilnya adalah sebagai berikut:

IoU	AP (raw)	AP (ripe)
0.50	0.980	0.979
0.55	0.960	0.970
0.60	0.940	0.950
0.65	0.920	0.930
0.70	0.900	0.910
0.75	0.880	0.890
0.80	0.860	0.870
0.85	0.840	0.850
0.90	0.820	0.830
0.95	0.800	0.810

Rata-rata AP (mAP) untuk setiap nilai IoU dapat dihitung sebagai berikut :

$$mAP50 - 95 = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} AP(IoU_i)$$





Ambil rata-rata AP dari kelas “raw” dan “ripe”

$$mAP50 - 95 = \frac{1}{10} (0.980 + 0.960 + 0.940 + 0.920 + 0.900 + 0.880 + 0.860 + 0.840 + 0.820 + 0.800 + 0.979 + 0.970 + 0.950 + 0.930 + 0.910 + 0.890 + 0.870 + 0.850 + 0.830 + 0.810)/2$$

$$mAP50 - 95 = \frac{1}{10} + (0.880 + 0.870) = 0.581$$

Dengan hasil *Confussion Matrix* yang telah didapat, peneliti dapat membuat metrik pengukur performa model dengan baik. Di sini peneliti membuat laporan klasifikasi berdasarkan *Confussion Matrix* yang telah dibuat. Laporan deteksi tersebut dapat dilihat pada Gambar

Class	Images	Instances	Box(P	R	mAP50	mAP50-95)
all	412	435	0.942	0.965	0.98	0.581
raw	412	213	0.953	0.898	0.98	0.586
ripe	412	222	0.963	0.880	0.979	0.577

Gambar 6 : Hasil Pengukuran

Halaman Utama

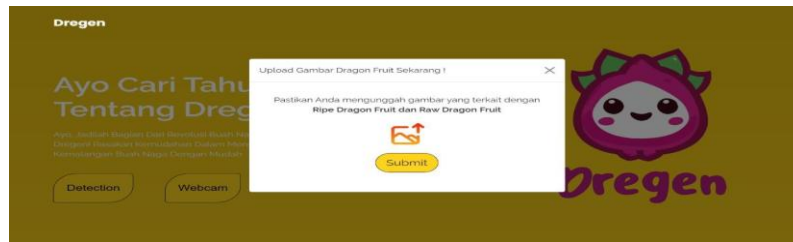


Gambar 7 : Halaman Utama

Pada halaman utama, tersedia dua pilihan menu, yaitu menu Detection dan Webcam. Menu Detection memungkinkan pengguna untuk melakukan identifikasi, sedangkan menu Webcam memberikan akses langsung ke kamera untuk pengamatan real-time. Kedua menu ini dirancang untuk memudahkan pengguna dalam menjalankan fungsi utama sistem.



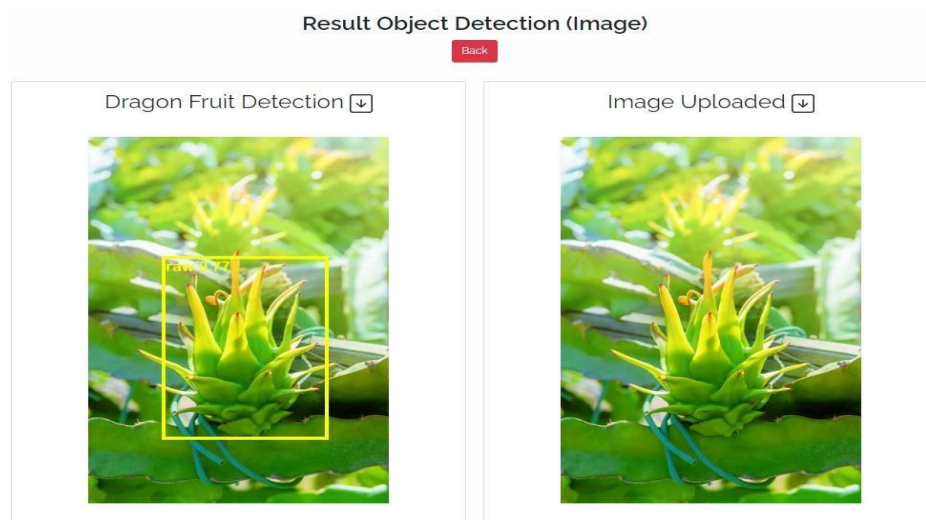
Halaman Input Gambar



Gambar 8 : Halaman Input Gambar

Pada halaman input gambar ini, pengguna memiliki opsi untuk memasukkan atau mengunggah gambar buah naga yang ingin di deteksi. Sistem akan mendeteksi karakteristik gambar yang diunggah. Fitur ini dirancang untuk memudahkan proses identifikasi dan klasifikasi buah naga berdasarkan kematangannya.

Hasil Input Gambar



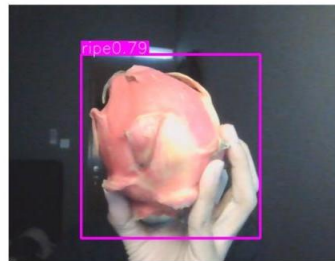
Gambar 9 : Halaman Hasil Input Gambar

Di halaman ini, hasil dari input gambar buah naga yang telah melalui proses deteksi ditampilkan. Berdasarkan hasil deteksi tersebut, gambar buah naga yang diunggah teridentifikasi sebagai buah yang masih dalam kondisi mentah atau raw. Informasi ini membantu pengguna memahami status kematangan buah naga.



Halaman Webcam

Result Object Detection (Real Time Webcam)



Gambar 10 : Halaman Input Gambar

Pada halaman Webcam ini, pengguna dapat melihat tampilan langsung secara real-time untuk mendeteksi buah naga. Berdasarkan hasil deteksi menggunakan Webcam di atas, gambar buah naga yang teridentifikasi sebagai buah yang matang atau ripe. Dengan demikian, pengguna dapat segera mengetahui hasil deteksi tanpa perlu menunggu proses tambahan. Sistem ini mendeteksi dan melacak objek di dalam area batas yang telah ditentukan dengan memanfaatkan webcam, Raspberry Pi, speaker, dan tombol tekan (Erlina & Fikri, 2023).

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi kematangan buah naga berbasis web yang akurat, efisien, dan mudah diakses. Dengan memanfaatkan algoritma YOLO (You Only Look Once), sistem mampu mengidentifikasi tingkat kematangan buah naga secara otomatis melalui proses yang terdiri dari pengambilan gambar, preprocessing data, deteksi objek, dan visualisasi hasil. Sistem ini dirancang dengan antarmuka yang sederhana, memungkinkan pengguna untuk melakukan penyortiran buah secara cepat dan praktis tanpa memerlukan keterampilan teknis yang kompleks. Model pelatihan menggunakan dataset yang telah dibagi menjadi 82% data latih, 12% data validasi, dan 6% data uji, serta dilatih selama 50 epoch dengan resolusi gambar 640 piksel. Hasil evaluasi menunjukkan kinerja model yang tinggi, dengan tingkat akurasi sebesar 0,898 pada kelas *raw* dan 0,98 pada kelas *ripe*, serta nilai rata-rata keseluruhan sebesar 0,581. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan deteksi objek berbasis Deep Learning, khususnya menggunakan algoritma YOLO, memiliki potensi dalam meningkatkan efektivitas dan akurasi klasifikasi kematangan buah naga dalam proses pasca panen secara otomatis





DAFTAR RUJUKAN

- Agariadne Dwinggo Samala, Ljubisa Bojic, Derya Bekiroğlu, Ronal Watrianthos, Y. H. (2023). Interactive Mobile Technologies. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 17(15), 135–154.
- Aras, S., Tanra, P., & Bazhar, M. (2024). Deteksi Tingkat Kematangan Buah Tomat Menggunakan YOLOv5. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(2), 623–628. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i2.1270>
- Astika Winahyu, D., Candra Purnama, R., & Yevi Setiawati, M. (2019). TEST OF ANTIOXIDANT ACTIVITIES IN RED DRAGON FRUIT EXTRACT (*Hylocereus polyrhizus*) USING DPPH METHOD Uji Aktivitas Antioksidan pada Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Dengan Metode DPPH. *Jurnal Analis Farmasi*, 4(2), 117–121.
- Atika, M., & Sayekti, R. (2023). Open Access under Creative Commons Attribution NonCommercial Share Alike 4.0 International License (CC-BY-NC-SA) Studi Literatur Review Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Artificial Intelligence (AI) Library Information System Based on Artificial Inte. *Palimpsest: Jurnal Ilmu Informasi Dan Perpustakaan*, 14(1), 2023.
- Erlina, T., & Fikri, M. (2023). Yolo Algorithm-Based Visitor Detection System for Small Retail Stores Using Single Board Computer. *Journal of Applied Engineering and Technological Science*, 4(2), 908–920. <https://doi.org/10.37385/jaets.v4i2.1872>
- Folla, M. M., & Bulan, S. J. (2023). Penerapan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix dalam Mengklasifikasi Tingkat Kematangan Buah Naga Berbasis Citra. *Jurnal Komputer Dan Informatika*, 11(2), 210–116. <https://doi.org/10.35508/jicon.v11i2.11847>
- Kurniawan, R., Martadinata, A. T., & Cahyo, S. D. (2023). Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Sawit Berbasis Deep Learning dengan Menggunakan Arsitektur YOLOv5. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 5(1), 302–309. <https://doi.org/10.47065/josh.v5i1.4408>
- Machfud, S., Halawa, H. W., Gea, K., Rizky, M., Indriani, R., Informatika, T., Pamulang, U., Selatan, K. T., & Artikel, I. (2025). ANALISIS DAMPAK PENERAPAN TEKNOLOGI ARTIFICIAL INTELLIGENCE adalah Artificial Intelligence (AI). Teknologi AI tidak hanya mengubah cara pembelajaran dilakukan individu siswa . Dalam konteks pendidikan vokasi , penerapan AI menjadi sangat relevan karena fokus personalisasi dan efisiensi . Personalization learning memungkinkan pembelajaran yang disesuaikan lebih efektif (Nurjanah , 2024 ; Kamalov et al . , 2023). Implementasi AI dalam pendidikan juga. 6, 1–9.
- Mukin, R. F. (2023). *Implementasi dan Reputasi Face Recognition Sebagai Kecerdasan Buatan di Masyarakat Luas. September.*





- Nurhafizhah, A. Y., Widiyans, J. A., & Budiman, E. (2020). Sistem Pakar Identifikasi Hama Tanaman Buah Naga. *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, 4(1), 11. <https://doi.org/10.30872/jurti.v4i1.4035>
- Prasetya, S. A., Abast, Y., Mangole, M., & Rahman, J. (2024). *Implementasi Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Nanas Menggunakan YOLOv8*. 6(1), 567–575. <https://doi.org/10.47065/bits.v6i1.5396>
- Rachmawati, F., & Widhyaestoeti, D. (2020). Deteksi Jumlah Kendaraan di Jalur SSA Kota Bogor Menggunakan Algoritma Deep Learning YOLO. *Prosiding LPPM UIKA Bogor*, 360–370.
- Syam, S. (2019). Strategi Pengembangan Usaha Pada Komoditas Buah Naga Di Kabupaten Sinjai. *Jurnal Ekonomika*, 3(2), 43–51. <http://journal.ildikti9.id/Ekonomika/article/view/252>
- Verdinandus Lelu Ngongo¹, Taufiq Hidayat², dan W. (2019). PENDIDIKAN DI ERA DIGITAL Verdinandus. *PENDIDIKAN DI ERA DIGITAL*, 628–638. <https://doi.org/10.1515/9781400866137>
- Widiati, W., & Haryanto, T. (2024). Deep Learning for Automatic Classification of Avocado Fruit Maturity. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 20(1), 75–80. <https://doi.org/10.33480/pilar.v20i1.5043>

