

DETEKSI KUALITAS BUAH PISANG DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA YOU ONLY LOOK ONCE v5 (YOLOv5)

Muhamad Reza Wiarto 12190091

Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri Jakarta

MuhamadrezaWiarto@gmail.com (hanya alamat email penulis korespondensi)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi buah otomatis berbasis algoritma *You Only Look Once* versi 5 (YOLOv5). Deteksi objek menjadi salah satu aspek penting dalam penerapan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), khususnya dalam bidang pengolahan citra digital. Deteksi buah yang cepat dan akurat sangat dibutuhkan dalam proses sortir, klasifikasi, serta pengawasan kualitas hasil pertanian secara otomatis. Penelitian ini menggunakan dataset buah pisang yang telah melalui tahap labeling dan augmentasi untuk memperbanyak variasi data guna meningkatkan ketahanan model terhadap kondisi nyata di lapangan. Model YOLOv5 dilatih menggunakan platform *Google Colaboratory* dengan bahasa pemrograman Python, memanfaatkan arsitektur *Convolutional Neural Network (CNN)* yang ringan namun tetap mampu mencapai performa deteksi tinggi. Selama proses pelatihan, dilakukan evaluasi dengan metrik *precision*, *recall*, dan *mean Average Precision (mAP)*. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model mampu mencapai nilai *precision* sebesar 93%, *recall* 91%, dan *mAP* sebesar 92%, yang mengindikasikan performa yang sangat baik dalam mendeteksi buah pisang dari berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang. Dengan demikian, YOLOv5 terbukti efektif dan efisien dalam membangun sistem deteksi buah otomatis yang dapat diimplementasikan dalam berbagai aplikasi pertanian cerdas, seperti monitoring hasil panen, otomatisasi sistem sortasi, dan pengembangan robot pemetik buah. Keberhasilan penerapan metode ini membuka peluang luas dalam optimalisasi proses pertanian berbasis teknologi moderen.

Kata Kunci : Buah Pisang, Deteksi Citra, YOLOv5

DETEKSI KUALITAS BUAH PISANG DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA YOU ONLY LOOK ONCE v5 (YOLOv5)

Abstrak

This study aims to develop an automatic fruit detection system based on the You Only Look Once version 5 (YOLOv5) algorithm. Object detection is one of the important aspects in the application of artificial intelligence, especially in the field of digital image processing. Fast and accurate fruit detection is needed in the process of sorting, classifying, and monitoring the quality of agricultural products automatically. This study uses a banana fruit dataset that has undergone labeling and augmentation to increase data variation and enhance the model's robustness against real-world conditions. The YOLOv5 model was trained using the Google Colaboratory platform with the Python programming language, leveraging a lightweight Convolutional Neural Network (CNN) architecture that still achieves high detection performance. During the training process, evaluations were conducted using precision, recall, and mean Average Precision (mAP) metrics. The training results showed that the model achieved a precision of 93%, recall of 91%, and mAP of 92%, indicating excellent performance in detecting bananas under various lighting conditions and backgrounds. Thus, YOLOv5 has proven to be effective and efficient in building an automatic fruit detection system that can be implemented in various smart agriculture applications, such as harvest monitoring, sorting system automation, and the development of fruit-picking robots. The success of the detection.

Keywords: Banana Fruit, Image Detection, YOLOv5

1. Pendahuluan

Pisang adalah buah yang kaya akan vitamin, mineral, dan karbohidrat, serta sering dikonsumsi oleh berbagai kalangan, mulai dari anak-anak hingga orang dewasa. Buah ini memiliki daya tarik yang tinggi, baik dari segi rasa maupun manfaat kesehatan. Beragam varietas pisang, seperti pisang raja, pisang kepok, dan pisang ambon, menawarkan keunikan masing-masing. Pisang dikenal tidak hanya enak, tetapi juga bergizi, menjadikannya pilihan populer untuk camilan sehat (Wahyuni, 2015). Kualitas buah pisang sangat penting untuk memastikan manfaat kesehatan yang optimal. Kualitas ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk varietas, metode pertanian yang baik, dan penanganan pascapanen yang tepat. Selain itu, faktor lingkungan seperti suhu dan kelembapan juga berperan dalam menentukan kesegaran dan daya simpan pisang. Kualitas yang buruk dapat berdampak negatif pada citra produk di pasar dan menurunkan kepercayaan konsumen (Pratama, 2018).

Saat ini, proses klasifikasi kualitas pisang masih dilakukan secara manual oleh petani atau pedagang. Metode manual ini cenderung tidak efisien, memakan waktu, dan rentan terhadap subjektivitas. Setiap individu memiliki persepsi kualitas yang berbeda, yang dapat mengakibatkan inkonsistensi dalam penilaian. Hal ini sangat mengganggu, terutama dalam skala industri, di mana waktu dan akurasi sangat penting (Surya, 2019).

Data menunjukkan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara dengan produksi pisang yang terus meningkat. Produksi pisang pada tahun 2021 mencapai 8,74 juta ton dan meningkat menjadi 9,24 juta ton pada tahun 2022. Indonesia juga menjadi salah satu negara pengekspor pisang ke berbagai negara, yang menunjukkan potensi besar dalam industri pisang di tanah air. Kenaikan ini menuntut adanya sistem klasifikasi yang lebih baik untuk menjaga kualitas produk (CNBC Indonesia, 2023).

Proses penyortiran buah pisang dalam skala industri masih menghadapi banyak kendala. Penyortiran yang dilakukan secara manual membutuhkan tenaga kerja yang banyak dan waktu yang lama. Selain itu, penilaian kualitas oleh manusia bersifat subjektif dan tidak selalu konsisten, yang dapat menyebabkan kerugian bagi petani dan distributor. Oleh karena itu, inovasi dalam metode penyortiran sangat diperlukan untuk meningkatkan efisiensi (Nugroho, 2022).

Dengan pesatnya perkembangan teknologi yang terjadi di era digital saat ini, kebutuhan akan sistem deteksi otomatis yang akurat semakin mendesak. Dalam konteks ini, teknologi kecerdasan buatan (AI) dan computer vision muncul sebagai solusi inovatif untuk berbagai tantangan yang dihadapi dalam industri pertanian, termasuk dalam penyortiran dan klasifikasi buah pisang. Sistem deteksi otomatis yang didukung oleh AI mampu menganalisis data visual dengan kecepatan dan ketepatan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan metode manual. Metode manual sering kali melibatkan penilaian subjektif oleh manusia, yang dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kelelahan, pengalaman, dan kondisi lingkungan. Hal ini dapat mengakibatkan ketidakakuratan dalam penilaian kualitas buah, yang berpotensi merugikan petani dan distributor.

Teknologi computer vision, yang merupakan salah satu cabang dari AI, memungkinkan sistem untuk “melihat” dan memahami gambar dengan cara yang mirip dengan penglihatan manusia. Dengan menggunakan algoritma deteksi objek yang canggih, seperti YOLO (You Only Look Once), sistem dapat dengan cepat mengidentifikasi dan mengklasifikasikan berbagai kondisi buah pisang, baik yang segar maupun yang tidak segar. Proses ini mencakup analisis elemen-elemen visual seperti warna, tekstur, dan bentuk, yang semuanya berkontribusi pada penilaian kualitas.

Penggunaan teknologi ini tidak hanya membantu mengurangi ketergantungan pada metode manual, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan. Dengan sistem otomatis, waktu yang diperlukan untuk melakukan penyortiran dapat dipangkas secara signifikan, memungkinkan petani dan distributor untuk menangani volume produk yang lebih besar dalam waktu yang lebih singkat. Selain itu, akurasi dalam penilaian kualitas juga meningkat, sehingga hasil akhir yang dihasilkan lebih konsisten dan dapat diandalkan.

Dalam konteks industri pisang, penerapan teknologi deteksi otomatis ini sangat bermanfaat. Kualitas buah yang terjaga akan berkontribusi pada kepuasan konsumen dan dapat meningkatkan posisi pasar produk pisang Indonesia di kancah global. Dengan demikian, investasi dalam teknologi AI dan computer vision menjadi sangat penting untuk memajukan industri pertanian dan meningkatkan daya saing produk lokal (Ardiansyah, 2021). Salah satu solusi inovatif adalah penggunaan algoritma You Only Look Once (YOLO). Algoritma ini memungkinkan deteksi objek secara real-time dengan efisiensi yang tinggi. YOLO mengubah cara deteksi objek dengan memproses gambar secara keseluruhan, membagi gambar menjadi grid, dan memprediksi posisi serta label objek dalam satu langkah. Pendekatan ini sangat cepat dan memungkinkan sistem untuk beroperasi dalam waktu nyata (Redmon & Farhadi, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi buah pisang otomatis menggunakan algoritma YOLOv5. Dengan menggunakan model YOLOv5, sistem diharapkan mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan kualitas buah pisang secara akurat dan efisien. Model ini dirancang untuk mengenali berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang, sehingga dapat diimplementasikan dalam lingkungan nyata (Sari, 2023).

Manfaat dari penelitian ini tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga praktis. Hasil penelitian diharapkan dapat membantu petani dan distributor dalam mengidentifikasi kualitas buah pisang secara otomatis, yang pada gilirannya dapat meningkatkan efisiensi proses produksi. Dengan sistem yang lebih efisien, diharapkan dapat meningkatkan daya saing produk pisang Indonesia di pasar global (Hidayat, 2020).

Penelitian ini akan fokus pada penerapan algoritma YOLOv5, yang merupakan salah satu model deteksi objek paling mutakhir, untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan kualitas buah pisang. Dalam konteks ini, karakteristik visual buah pisang akan menjadi parameter utama yang dianalisis. Karakteristik tersebut meliputi ukuran, warna, dan tekstur, yang semuanya berkontribusi pada penilaian keseluruhan kualitas buah.

Ukuran buah pisang adalah salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi persepsi konsumen terhadap kualitas. Buah yang lebih besar sering kali dianggap lebih berkualitas, sementara buah yang kecil dapat dianggap kurang menarik. Oleh karena

itu, model akan dilatih untuk mengenali dan mengukur dimensi buah pisang secara akurat. Warna juga merupakan elemen kunci dalam penilaian kualitas. Buah pisang yang matang biasanya memiliki warna kuning cerah, sementara buah yang belum matang atau busuk mungkin menunjukkan warna hijau atau bercak coklat. Dengan menggunakan algoritma YOLOv5, sistem ini akan mampu membedakan antara berbagai tingkat kematangan berdasarkan warna, yang merupakan indikator visual yang jelas. Tekstur merupakan aspek lain yang tidak kalah penting dalam menentukan kualitas buah. Tekstur kulit pisang yang halus dan bebas dari cacat menandakan buah yang segar dan berkualitas tinggi. Sebaliknya, adanya retakan atau bercak pada kulit dapat menunjukkan bahwa buah tersebut telah terpapar kondisi buruk atau tidak layak konsumsi.

Selain itu, penelitian ini akan melibatkan pengumpulan data dari berbagai varietas pisang dalam kondisi yang berbeda. Dengan mengumpulkan data yang beragam, model diharapkan dapat belajar mengenali perbedaan karakteristik visual antar varietas, sehingga meningkatkan kemampuan deteksi dan klasifikasi.

Pengumpulan data ini juga penting untuk memastikan bahwa model dapat diimplementasikan dalam berbagai situasi di dunia nyata, di mana faktor-faktor seperti pencahayaan dan latar belakang dapat bervariasi.

Setelah model dilatih, evaluasi performa akan dilakukan untuk memastikan akurasi deteksi yang tinggi. Metrik evaluasi seperti precision, recall, dan mean Average Precision (mAP) akan digunakan untuk mengukur seberapa baik model dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan kualitas buah pisang. Hasil evaluasi ini akan menjadi indikator kunci dari efektivitas sistem yang dikembangkan dan akan memberikan informasi penting untuk pengembangan lebih lanjut dalam penelitian ini (Nugraha, 2021).

2. Metodologi

Dalam penelitian ini mengikuti langkah-langkah terstruktur untuk mengembangkan sistem deteksi kualitas buah pisang. Pertama, tahap pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan gambar buah pisang sebanyak 5.997 gambar. Gambar-gambar ini mencakup berbagai varietas dan kondisi pisang untuk memastikan representativitas dataset. Dari total gambar tersebut, 623 gambar diklasifikasikan sebagai pisang segar, sementara 576 gambar dikategorikan sebagai pisang tidak segar. Pembagian ini penting untuk memberikan model data yang seimbang dan relevan untuk pelatihan.

Buah Pisang Segar	Buah Pisang Tidak Segar
Interpretasi Gambar 623 - Warna: Kuning Cerah, menunjukkan kematangan yang optimal - Bentuk: Melengkung dengan ujung yang sedikit membulat merupakan ciri khas pisang matang - Kulit: tampak halus dan bersih tidak ada noda atau kerusakan menandakan kesegaran 	Interpretasi Gambar 576 - Warna: bercak coklat menandakan sudah terlalu matang atau mulai membusuk - Bentuk: terlihat kempis, atau melengkung secara abnormal yang menunjukkan buah pisang telah kehilangan kesegarannya - Kulit: kulit pisang tampak keriput atau berkerut serta ada tanda bercak gelap atau noda 

Setelah pengumpulan, dataset diolah menggunakan platform Roboflow. Pada tahap ini, dilakukan proses labeling untuk menandai gambar-gambar dengan kategori yang sesuai, yaitu pisang segar dan tidak segar. Labeling yang akurat sangat penting agar model dapat belajar dengan baik dari dataset yang disediakan. Selain itu, teknik augmentasi data diterapkan untuk meningkatkan variasi data yang tersedia. Augmentasi mencakup teknik seperti flipping (membalik gambar secara horizontal) dan rotasi, yang bertujuan untuk menciptakan variasi dalam dataset sehingga model lebih tahan terhadap kondisi nyata di lapangan, seperti variasi pencahayaan dan sudut pandang. Setelah proses pengolahan data selesai, dataset dibagi menjadi tiga

subset. Subset pertama, yang terdiri dari 84% data, digunakan untuk pelatihan model. Subset kedua, sebanyak 11% data, digunakan untuk validasi selama proses pelatihan untuk mencegah overfitting, sedangkan subset ketiga, yang berisi 5% data, digunakan untuk pengujian model setelah pelatihan. Pembagian ini memastikan bahwa model dapat dievaluasi secara objektif terhadap data yang tidak pernah dilihat sebelumnya.

Selanjutnya, model YOLOv5 dilatih menggunakan Google Colaboratory, sebuah platform berbasis cloud yang memungkinkan penggunaan GPU untuk mempercepat proses pelatihan. Parameter pelatihan seperti ukuran gambar dan jumlah epoch ditentukan sebelumnya. Ukuran gambar yang digunakan adalah 416x416 piksel, yang merupakan ukuran standar untuk model YOLO, dan jumlah epoch yang ditetapkan adalah 100. Proses pelatihan ini bertujuan untuk mengajarkan model mengenali pola dan karakteristik dari gambar pisang segar dan tidak segar.

Source Code	Penjelasan
<pre>!python train.py --img 416 --batch 16- -epochs100--data {dataset.location}/data.yaml-- weights yolov5s.pt -- cache</pre>	● Menjalankan file train.py, yaitu skrip utama untuk melatih YOLOv5. Tanda ! digunakan untuk menjalankan perintah terminal dari dalam <i>notebook</i>. ● Ukuran gambar (image size) yang akan digunakan selama training dan validasi adalah 416x416 piksel. Ini adalah input size model. ● Jumlah batch size: banyaknya gambar yang diproses sekaligus dalam satu iterasi training. <i>Batch</i> 16 artinya 16 gambar/dataset akan diproses setiap langkah. ● Jumlah epoch (putaran pelatihan) sebanyak 100 kali. Satu <i>epoch</i> = model melihat semua data satu kali. ● Menunjukkan lokasi file konfigurasi dataset (biasanya format Roboflow atau custom). ● <code>{dataset.location}</code> adalah <i>variabel Python</i> yang berisipathke folder dataset, misalnya: <code>/content/datasets/buah</code>. ● File data.yaml berisi info tentang class, path data train/val/test, dan jumlah class. ● Model pra-latih (pretrained model) yang digunakan sebagai titik awal pelatihan. <i>yolov5s.pt</i> adalah versi <i>YOLOv5</i> yang ringan dan cepat (s = small). ● Mengaktifkan caching dataset di memori (<i>RAM</i>) agar training lebih cepat, karena gambar tidak perlu dibaca ulang dari disk setiap kali

Selama proses pelatihan, model dievaluasi menggunakan beberapa metrik kinerja, termasuk precision, recall, dan mean Average Precision (mAP). Precision mengukur akurasi dari prediksi positif yang dihasilkan oleh model, sedangkan recall mengukur kemampuan model dalam mengidentifikasi semua kasus positif. Metrik mAP memberikan gambaran keseluruhan tentang performa model dalam mendeteksi objek dari berbagai kelas. Evaluasi ini penting untuk memahami seberapa baik model dapat mendeteksi kualitas buah pisang dalam berbagai kondisi.

Setelah pelatihan selesai, model dievaluasi lebih lanjut untuk mengukur kinerjanya dalam mendeteksi kualitas buah pisang di lingkungan nyata. Evaluasi dilakukan di berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang untuk mengevaluasi konsistensi dan keandalan deteksi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model memiliki performa yang baik dalam deteksi otomatis, dengan nilai metrik yang memuaskan, yang mengindikasikan efektivitas sistem dalam aplikasi dunia nyata. Dengan mengikuti metodologi ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi signifikan di bidang deteksi objek, khususnya dalam konteks klasifikasi kualitas buah pisang. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam industri pertanian dan memberikan solusi praktis untuk masalah klasifikasi yang dihadapi petani dan distributor

Source Code	Penjelasan
<code>!python detect.py</code>	Menjalankan skrip <code>detect.py</code> , yaitu skrip bawaan YOLOv5 untuk melakukan deteksi objek.
<code>--weights runs/train/exp/weights/best.pt</code>	Menentukan model hasil pelatihan terbaik yang digunakan untuk deteksi. File ini otomatis dihasilkan setelah training (biasanya di path ini kalau hanya 1x training).
<code>--img 416</code>	Ukuran gambar input untuk deteksi adalah 416x416 piksel . Ukuran ini harus sama seperti saat training agar performanya optimal.
<code>--conf 0.1</code>	Menetapkan ambang kepercayaan (<i>confidence threshold</i>) sebesar 0.1 (10%). Objek dengan probabilitas di bawah 10% tidak akan ditampilkan dalam hasil deteksi. Semakin kecil nilainya, semakin banyak objek yang terdeteksi (termasuk yang ragu-ragu).
<code>--source {dataset.location}/test/images</code>	Menunjukkan folder sumber gambar yang akan diproses oleh YOLOv5. Dalam hal ini, dataset test images. <code>{dataset.location}</code> adalah variabel Python yang menunjuk ke lokasi dataset kamu, misalnya <code>/content/datasets/buah</code> .

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Deteksi Kualitas Buah Pisang

Deteksi kualitas buah pisang merupakan langkah awal dalam penelitian ini. Proses ini mencakup pengumpulan dan pengolahan gambar buah pisang yang digunakan sebagai dataset. Dengan menggunakan algoritma YOLOv5, sistem diharapkan dapat secara otomatis mengidentifikasi kualitas pisang berdasarkan karakteristik visual.

3.2 Pengolahan Dataset

Pengolahan dataset meliputi beberapa langkah penting, termasuk labeling dan augmentasi data. Labeling dilakukan untuk menandai gambar-gambar pisang segar dan tidak segar. Augmentasi data diterapkan untuk meningkatkan variasi yang ada, sehingga model lebih tahan terhadap kondisi nyata saat diterapkan.

3.3 Pelatihan Model

Pelatihan model dilakukan menggunakan Google Colaboratory, di mana data dibagi menjadi tiga subset: trainset, validset, dan testset. Model YOLOv5 dilatih dengan parameter yang telah ditentukan, termasuk ukuran gambar dan jumlah epoch. Proses ini bertujuan untuk mengajarkan model mengenali pola dan karakteristik dari gambar pisang.

3.4 Evaluasi Kinerja Model

Setelah proses pelatihan model selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi untuk mengukur kinerja sistem deteksi yang telah dikembangkan. Evaluasi ini sangat penting karena memberikan gambaran sejauh mana model dapat berfungsi secara efektif dalam situasi nyata. Untuk mengukur kinerja model, beberapa metrik evaluasi digunakan, di antaranya adalah precision, recall, dan mean Average Precision (mAP). Metrik precision mengukur proporsi prediksi positif yang benar dari keseluruhan prediksi positif yang dihasilkan oleh model. Dengan kata lain, precision menunjukkan seberapa akurat model dalam mengidentifikasi buah pisang yang segar dan tidak segar dari semua hasil prediksi yang diberikan. Sementara itu, recall mengukur kemampuan model dalam mengidentifikasi semua kasus positif yang sebenarnya. Ini berarti recall menunjukkan seberapa baik model dapat mendeteksi buah pisang yang segar dan tidak segar dari seluruh data yang ada. Keduanya, precision dan recall, berperan penting dalam memberikan gambaran yang komprehensif tentang kinerja model. Metrik mean Average Precision (mAP) adalah ukuran yang lebih holistik, yang menggabungkan precision dan recall untuk memberikan gambaran umum tentang kemampuan model dalam mendeteksi objek dari berbagai kelas. mAP dihitung berdasarkan kurva Precision-Recall dan memberikan nilai rata-rata dari precision pada berbagai level recall. Ini sangat berguna dalam konteks deteksi objek, di mana model perlu diukur berdasarkan kemampuannya dalam berbagai kondisi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model

memiliki efektivitas yang tinggi dalam mendeteksi kualitas buah pisang, bahkan di berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang yang bervariasi. Hal ini menandakan bahwa model tidak hanya mampu berfungsi dengan baik dalam kondisi ideal, tetapi juga dapat beradaptasi dengan baik terhadap tantangan yang sering dihadapi dalam lingkungan nyata. Keberhasilan ini menunjukkan potensi besar dari sistem deteksi yang telah dikembangkan untuk diterapkan dalam industri pertanian, di mana faktor-faktor lingkungan sering kali dapat mempengaruhi hasil deteksi. Dengan demikian, evaluasi ini tidak hanya memberikan kepercayaan diri dalam akurasi model, tetapi juga menggarisbawahi relevansi dan aplikabilitas teknologi kecerdasan buatan dalam meningkatkan proses klasifikasi dan penyortiran kualitas buah pisang.

4. Kesimpulan

Sistem deteksi kualitas buah pisang yang dikembangkan menggunakan algoritma YOLOv5 telah terbukti efektif dan efisien dalam mengidentifikasi berbagai kondisi kualitas buah. Dengan memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan dan pengolahan citra, sistem ini mampu menganalisis gambar buah pisang secara cepat dan akurat. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model ini memiliki kemampuan tinggi dalam mendeteksi pisang segar dan tidak segar, yang sangat penting dalam konteks industri pertanian. Keefektifan sistem ini tidak hanya terletak pada akurasi deteksi yang tinggi, tetapi juga pada efisiensi proses penyortiran. Dalam aplikasi pertanian modern, waktu dan sumber daya yang dapat dihemat dengan menggunakan sistem deteksi otomatis seperti ini sangat berharga. Dengan demikian, petani dan distributor dapat meningkatkan produktivitas serta mengurangi kemungkinan kesalahan dalam penilaian kualitas buah secara manual.

Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam bidang pengolahan citra berbasis kecerdasan buatan. Dengan mengintegrasikan algoritma YOLOv5, yang dikenal karena kemampuannya dalam deteksi objek real-time, penelitian ini menunjukkan potensi besar teknologi AI dalam meningkatkan proses klasifikasi produk pertanian. Selain itu, hasil penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam deteksi kualitas buah lainnya, yang dapat diperluas ke berbagai jenis buah dan sayuran. Penerapan teknologi ini tidak hanya berpotensi meningkatkan efisiensi dalam industri pertanian, tetapi juga dapat membantu dalam memastikan keamanan dan kualitas pangan yang lebih baik bagi konsumen. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada pengembangan sistem deteksi, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan dan kemajuan industri pertanian secara keseluruhan. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem deteksi kualitas buah pisang menggunakan YOLOv5 dapat diimplementasikan dalam berbagai aplikasi pertanian modern, memberikan manfaat yang signifikan dan membuka jalan bagi inovasi lebih lanjut dalam bidang ini. [13]. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam bidang pengolahan citra berbasis kecerdasan buatan dan membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut dalam **deteksi kualitas buah** lainnya [14].

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya. Dengan penuh rasa syukur, saya mengakui bahwa segala pencapaian dan keberhasilan yang saya raih dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan pertolongan-Nya. Dalam setiap langkah yang saya ambil, saya merasakan dukungan dan kasih sayang Tuhan yang selalu menyertai, memberikan kekuatan dan ketabahan di saat-saat sulit. Tugas Akhir ini bukan hanya merupakan hasil dari usaha dan kerja keras saya sendiri, tetapi juga merupakan refleksi dari berbagai bantuan, dukungan, dan inspirasi yang saya terima dari banyak pihak. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua orang yang telah berkontribusi dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini. Terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada

1. Bapak Hendri M Nawawi, M.Kom., Dosen Pembimbing, atas bimbingan dan dukungannya
2. Mala Akmalia, Terima kasih ay, Calon istriku, yang selalu mendampingi dan Membantu Penulis selama mengerjakan
3. Kepada kedua orang tua saya, yang selalu menjadi tameng kuat terhadap diri penulis dari kecil sampai dengan sekarang
4. Fadli Puteh, Atas dukungan dan kerjasama yang telah terjalin selama ini.
5. Ibu Yuniarti Dewi, terima kasih atas izin yang diberikan untuk menyelesaikan karya

Daftar Pustaka

- [1] S. Wahyuni, *Musaceae: Jenis dan Klasifikasi Pisang*. Agro Melalui Media, 2015.
- [2] A. Pratama, *Gizi dan Manfaat Buah Pisang*. Pustaka Ilmu Kesehatan IND, 2018.
- [3] CNBC INDONESIA, "Ekspor 22 ribuan ton pisang ke Malaysia," 14-Juni 2023
- [4] B. Surya, *Teknologi Digital dalam Pertanian Modern*. Penerbit Sains, 2019.
- [5] R. Lestari, "Penerapan YOLO dalam deteksi buah otomatis," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 9, no. 2, pp. 45–55, 2021.
- [6] T. Nugroho, "Pengembangan YOLOv5 untuk deteksi objek kecil," *Jurnal Ilmiah Komputer*, vol. 12, no. 1, pp. 33–40, 2022.
- [7] A. Kaplan and M. Haenlein, "Artificial intelligence: What it is and how it will change our lives," *Business Horizons*, 2019.
- [8] M. Hidayat, *Pembelajaran Mesin dan Sistem Pakar*. Informatika Press, 2020. B. Santoso, *Deep Learning dan Neural Networks*. DeepTekno Publishing, 2021.
- [9] R. Ardiansyah, "Teknologi object detection dalam dunia industri," *Industri Cerdas*, vol. 5, no. 3, pp. 22–30, 2021.
- [10] D. Harahap, "Implementasi deteksi objek untuk klasifikasi produk," *Jurnal Sistem Cerdas*, vol. 8, no. 2, pp. 88–97, 2020.
- [11] J. Redmon and A. Farhadi, "YOLO: You only look once," *arXiv preprint arXiv:1506.02640*, 2016.
- [12] N. Sari, "Pengembangan YOLOv5 dengan CBAM untuk deteksi buah," *Jurnal Teknik Komputer*, vol. 14, no. 1, pp. 12–21, 2023.
- [13] G. van Rossum, *Python Programming Language*. Stichting Mathematisch Centrum, 1991.
- [14] A. Nugraha, *Panduan Lengkap Python Versi 3*. Informatika, Bandung, 2021.

- [15] Google Research, *Google Colaboratory*. [Online]. Available: <https://colab.research.google.com>
- [16] Google Research, *Dokumentasi Resmi Google Colab*. [Online]. Available: <https://research.google/tools/colab/>
- [17] AnacondaInc., *DokumentasiAnacondaPython*. [Online]. Available <https://colab.research.google.com>
<https://research.google/tools/colab/>
- [18] AnacondaInc., *DokumentasiAnacondaPython*. [Online]. Available: <https://docs.anaconda.com>

