



Perancangan Alat Deteksi Tingkat Kematangan Buah Mangga Indramayu Berdasarkan Kandungan Gas dan Pengolahan Citra Menggunakan YOLOv11

Adi Kusuma^{1*}, Jasmir², Willy Riyadi³, Ahmad⁴

¹⁻³Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dinamika Bangsa, Jambi, Indonesia

Email: adikusuma070200@gmail.com^{1*}, ijay_jasmir@yahoo.com², Wriyadi5@gmail.com³, ahmad25un@gmail.com⁴

Alamat : Jl. Jend. Sudirman, The Hok, Kec. Jambi Selatan, Kota Jambi, Jambi 36138

*Penulis Korespondensi: ahmad25un@gmail.com

Abstract—Indramayu mango is a seasonal fruit that is highly favored due to its delicious taste and high nutritional content. However, high mango production is often not supported by adequate post-harvest facilities, particularly in terms of fruit ripeness classification. Currently, mango ripeness classification is still performed manually, which tends to be subjective and inconsistent. To address this issue, this study proposes a ripeness detection system for Indramayu mangoes by integrating the TGS2602 gas sensor and the YOLOv11 algorithm based on image processing. The TGS2602 sensor is used to detect ethylene gas emitted by ripe mangoes, while YOLOv11 is employed for visual image analysis of the fruit. This study aims to evaluate the system's performance in classifying ripe and unripe mangoes, as well as analyze the integration between the gas sensor and the object detection model. The test results show that the TGS2602 sensor can detect increased ethylene gas concentration in ripe mangoes, while YOLOv11 demonstrates high accuracy in detecting mangoes based on visual images, with precision and recall close to 1.0. The system was also tested under various lighting conditions, including dark environments, and still performed well, although with a slight decrease in accuracy under low-light conditions.

Keywords: IoT;Monitoring;System;Hydroponic;Arduino Uno;ESP32;Android

Abstrak—Buah mangga, khususnya mangga Indramayu, merupakan buah musiman yang sangat digemari karena rasanya yang lezat dan kandungan nutrisinya yang tinggi. Namun, produksi mangga yang tinggi seringkali tidak didukung oleh fasilitas pasca panen yang memadai, terutama dalam hal klasifikasi tingkat kematangan buah. Saat ini, klasifikasi kematangan mangga masih dilakukan secara manual, yang cenderung subjektif dan tidak konsisten. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengusulkan sistem deteksi tingkat kematangan mangga Indramayu dengan mengintegrasikan sensor gas TGS2602 dan algoritma YOLOv11 berbasis pengolahan citra. Sensor TGS2602 digunakan untuk mendeteksi kandungan gas etilen yang dihasilkan oleh mangga matang, sementara YOLOv11 digunakan untuk analisis citra visual mangga. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja sistem dalam mengklasifikasikan mangga matang dan mentah, serta menganalisis integrasi antara sensor gas dan model deteksi objek. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor TGS2602 mampu mendeteksi peningkatan konsentrasi gas etilen pada mangga matang, sementara YOLOv11 menunjukkan akurasi yang tinggi dalam mendeteksi mangga berdasarkan citra visual, dengan precision dan recall yang mendekati 1.0. Sistem ini juga diuji dalam berbagai kondisi pencahayaan, termasuk kondisi gelap, dan tetap menunjukkan performa yang baik meskipun dengan sedikit penurunan akurasi pada kondisi cahaya minim.

Kata Kunci: IoT;Monitoring;Sistem;Hidroponik;Arduino Uno;ESP32;Android

1. LATAR BELAKANG

Buah mangga merupakan salah satu buah musiman yang sangat digemari baik sebagai buah segar maupun dalam bentuk olahan. Selain rasanya yang enak, buah mangga merupakan sumber gizi yang baik untuk Kesehatan. Daging buah mangga banyak mengandung vitamin A yaitu berkisar antara 1.200 – 16.400 SI. Selain vitamin A, buah

mangga juga mengandung vitamin C berkisar antara 6-30 mg/100g[1]. Produksi buah mangga pada tahun 2020 tercatat sebesar 442.586 ton di Jawa Barat dan 1,29 juta ton di Jawa Timur. Produksi yang tinggi di lahan ini, terkadang belum didukung oleh fasilitas yang penanganan pasca panen yang tepat, baik selama transportasi maupun di tangan konsumen[2]. Mangga yang di pakai dalam penelitian ini yaitu mangga indramayu. Mangga khas indramayu (*Mangifera indica* L.) memang mangga cengkir, berukuran relatif besar dan memiliki serat buah yang agak kasar, mangga ini memiliki kandungan air yang lebih sedikit dibandingkan jenis mangga lain dan rasanya manis legit, mangga cengkir paling enak adalah yang matang dipohon, walaupun yang matang di bawah pohon atau istilahnya *diimbu* pun tidak kalah nikmatnya, asalkan sudah cukup tua yaitu 75%-80% matang saat di petik [3].

Beberapa penelitian [4][5] telah dilakukan klasifikasi pada buah mangga berdasarkan kandungan gas dan pengklasifikasian jenis-jenis daun pada buah mangga. Penelitian [4] terkait deteksi tingkat kematangan mangga Indramayu berdasarkan kandungan gas menggunakan sensor TGS2602 menunjukkan bahwa sensor tersebut mampu mendeteksi gas yang dihasilkan oleh buah dengan baik. Penelitian [5] lain juga telah mengkaji pengenalan jenis tanaman mangga berdasarkan citra daun menggunakan metode deep learning dengan algoritma YOLOv4, yang menghasilkan tingkat akurasi deteksi yang tinggi. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih berfokus pada satu jenis pendekatan, yaitu berbasis gas atau berbasis citra saja.

Dalam praktik di lapangan, khususnya pada toko buah, penentuan tingkat kematangan mangga masih sering dilakukan secara konvensional dengan mengandalkan indra penciuman. Metode ini bersifat subjektif dan sangat dipengaruhi oleh pengalaman individu, varietas mangga, kondisi penyimpanan, serta faktor lingkungan seperti sirkulasi udara. Akibatnya, penilaian kematangan sering kali tidak konsisten dan berpotensi menimbulkan kesalahan, yang dapat berdampak pada kepuasan konsumen maupun kerugian bagi penjual akibat pembusukan buah.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan sebuah solusi berbasis teknologi yang mampu menentukan tingkat kematangan mangga secara lebih objektif dan akurat. Penelitian ini mengusulkan sistem pendeteksian tingkat kematangan buah mangga Indramayu dengan mengombinasikan deteksi kandungan gas menggunakan sensor TGS2602 dan analisis citra berbasis algoritma YOLOv11 menggunakan webcam. Integrasi kedua pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi klasifikasi tingkat

kematangan mangga, sehingga dapat membantu penjual dan konsumen dalam membedakan mangga matang dan mentah secara lebih efektif.

2. KAJIAN TEORITIS

A. Perancangan

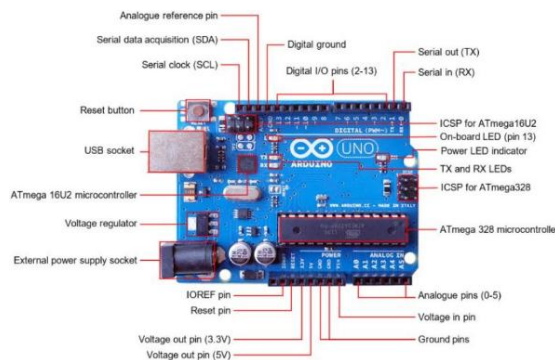
Perancangan adalah suatu kegiatan membuat desain teknis berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan pada kegiatan analisis [6]. Perancangan merupakan langkah awal dalam fase pembangunan produk atau sistem yang bertujuan untuk menghasilkan solusi yang sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditetapkan [7]. Dapat disimpulkan bahwa perancangan sistem, adalah suatu proses memahami sistem kemudian merancang sebuah sistem yang berbasis komputer, dimana hasilnya nanti adalah berupa sistem komputerisasi.

B. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer mini berbentuk chip IC yang dirancang untuk melakukan fungsi kendali dan instrumentasi. Mikrokontroler mampu menerima input, memproses data, dan menghasilkan output sesuai dengan program yang tertanam di dalamnya. Perangkat ini banyak digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik karena memiliki efisiensi tinggi serta biaya yang relatif rendah [8].

C. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan salah satu board mikrokontroler berbasis ATmega328 yang dirancang untuk memudahkan proses pengembangan sistem elektronik. Arduino Uno dilengkapi dengan pin input-output digital dan analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, serta sumber daya yang fleksibel pada gambar 1. Dengan kemudahan pemrograman dan penggunaan, Arduino Uno banyak dimanfaatkan dalam pengembangan prototipe dan sistem kendali berbasis mikrokontroler [9].



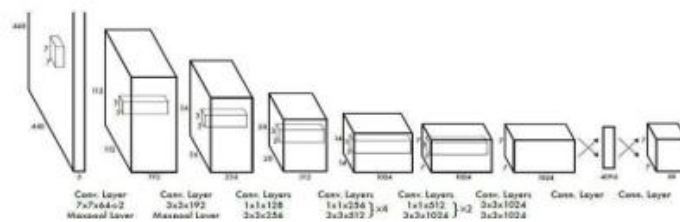
Gambar 1 Arduino Uno

D. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke papan Arduino. Lingkungan pengembangan ini menyediakan editor kode, konsol pesan, serta berbagai fitur pendukung yang memudahkan pengguna dalam melakukan pemrograman dan komunikasi dengan perangkat keras Arduino, sehingga mempercepat proses pengembangan sistem berbasis mikrokontroler [10].

E. YOLO

YOLO (*You Only Look Once*) adalah metode deteksi objek berbasis deep learning yang mampu melakukan pendeteksian secara real-time dengan kecepatan pemrosesan yang tinggi. Metode ini bekerja dengan memprediksi probabilitas kelas dan lokasi objek dalam satu kali proses inferensi, sehingga lebih efisien dibandingkan metode deteksi objek lainnya seperti RCNN dan DPM. Pada gambar 2 Arsitektur YOLO terdiri dari jaringan konvolusi berlapis yang berfungsi untuk ekstraksi fitur, diikuti oleh lapisan fully connected untuk menentukan koordinat bounding box dan klasifikasi objek, sehingga menghasilkan deteksi objek yang cepat dan akurat [11].



Gambar 2 Arsitektur YOLO

F. Sensor TGS2606

Sensor TGS2606 pada gambar 3 merupakan sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi berbagai jenis gas kimia seperti hidrogen sulfida, amonia, etanol, toluena, hidrogen, dan uap air. Sensor ini memiliki tingkat sensitivitas yang cukup tinggi dengan rentang deteksi bau secara umum antara 0,1 hingga 100 ppm, sehingga cocok digunakan untuk aplikasi pemantauan kualitas udara dan pendeteksian gas berbahaya. [13].



Gambar 3 Sensor TGS2606

G. Webcam

Webcam adalah perangkat kamera digital yang terhubung ke komputer atau laptop dan mampu menampilkan citra atau video secara real-time. Webcam bekerja dengan menangkap cahaya melalui lensa kecil yang diteruskan ke sensor gambar berbasis CCD atau CMOS. Dengan kemampuannya dalam pengambilan gambar secara langsung, webcam banyak dimanfaatkan dalam sistem pemantauan visual, pengolahan citra, serta aplikasi berbasis *computer vision* [14].

3. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui proses pengambilan data citra menggunakan webcam sebagai perangkat akuisisi gambar. Data citra dikumpulkan sesuai dengan kebutuhan sistem pendeteksian dan klasifikasi objek.

Selanjutnya, dataset yang telah dikumpulkan dilakukan proses preprocessing menggunakan platform Roboflow. Tahapan preprocessing meliputi pelabelan data, penyesuaian ukuran citra, augmentasi data, serta pembagian dataset menjadi data pelatihan dan data pengujian. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas data dan kinerja model YOLO dalam melakukan deteksi objek secara akurat.

B. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang dapat digunakan pada penelitian ini pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Komponen	Fungsi
1	Mangga Indramayu	Objek Penelitian
2	Wadah Akrilik Tertutup	Kerangka Alat

Adapun komponen perangkat keras yang dibutuhkan dalam penelitian ini pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Komponen Perangkat Keras

No	Komponen	Spesifikasi
1	Laptop	Processor Intel(R) Core(TM) i5- 8350U CPU @1.70GHz 1.90 GHz Installed RAM 8.00 GB (7.84 GB usable) 256 GB PCIe® NVMe™ M.2 SSD
2	Arduino Uno	Tegangan Operasi: 5 Volt Tegangan Input: 7 hingga 20 Volt Pin I/O Digital: 14
3	Webcam	Resolusi : 720p/30fps Tipe fokus : Fokus Tetap Lensa : FULL HD Bidang Pandang : 55° - 60° Panjang Kabel: 1.5 Meter
4	Sensor TGS2602	Target Gas: Air Contaminant Output: Resistance Typical Detection Range: 1ppm – 10ppm Heater Voltage: 5V ± 0.2V (DC/AC) Circuit Voltage: 5V ± 0.2 VDC Sensor Resistance: 10K – 100K Ohm di udara
5	LCD I2C 16x2	Display type : Character-type Liquid Crystal Display Display size : 16 Characters x 2 line Display Color : White text on a blue background Communication interface : I2C Input Voltage : 3-5V DC
6	Adaptor 12V 1A 12W	Input: 100-240V ~ 50/60Hz 0.5A. Output: 12V 1A (1000mA) / 12W. Output Voltage Range: 11.4V min. / 12.6V max. Cord Length: 56in. Connector Size: 5.5mm x 2.1mm (10mm long) Minimum Efficiency: 77.75% at 115 VAC Input and Full Output Load.

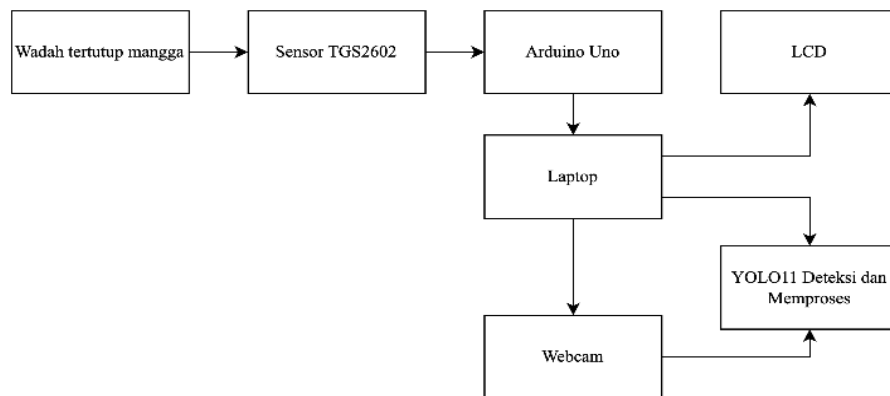
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Blok Diagram

Blok diagram pada Gambar 4 menggambarkan sistem pendeteksian tingkat kematangan mangga yang terdiri dari unit pengumpulan data, unit pengolahan data, dan unit output. Unit pengumpulan data menggunakan sensor gas TGS2602 yang berfungsi mendeteksi kandungan gas yang dilepaskan oleh mangga. Mangga ditempatkan di dalam wadah tertutup untuk menjaga kestabilan konsentrasi gas, kemudian sinyal yang dihasilkan sensor dikonversi menjadi data digital oleh mikrokontroler Arduino sebagai pengolah sinyal.

Unit pengolahan data menggunakan kamera webcam untuk menangkap citra mangga dengan pencahayaan yang terkontrol guna memastikan konsistensi kualitas gambar. Citra tersebut dianalisis menggunakan algoritma YOLOv11 yang telah dilatih untuk mengenali karakteristik visual mangga berdasarkan warna dan tekstur kulit. Selanjutnya, data hasil deteksi gas dan hasil analisis citra digabungkan melalui proses pemrosesan data untuk meningkatkan akurasi klasifikasi tingkat kematangan.

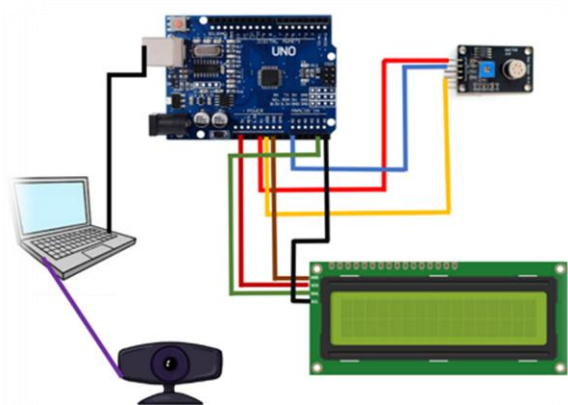
Hasil akhir dari sistem berupa klasifikasi tingkat kematangan mangga, yaitu mentah, setengah matang, atau matang. Informasi tersebut ditampilkan pada modul output berupa layar LCD dan dapat disimpan untuk keperluan evaluasi lebih lanjut.



Gambar 4 Blok Diagram Alat

B. Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian keseluruhan merupakan penggabungan seluruh rangkaian menjadi satu kesatuan. Rangkaian tersebut diantaranya rangkaian sensor TGS2602 yang digunakan untuk mendeteksi kandungan gas, kemudian dihungkan ke Arduino uno, dan Lcd untuk menampilkan data. Rangkaian keseluruhan dapat dilihat pada gambar 5.



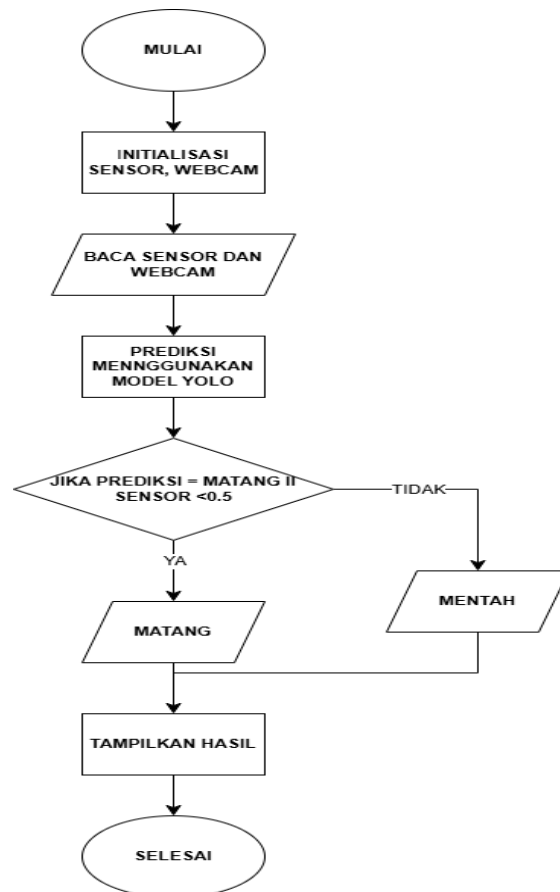
Gambar 5 Rangkaian Keseluruhan

C. Flowchart

Flowchart merupakan diagram yang menampilkan langkah langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program. Setiap langkah digambarkan dalam bentuk diagram dan dihubungkan dengan garis atau arah panah. Tujuan dari pembuatan flowchart untuk melihat proses sistem secara sederhana dan sebagai acuan dalam membuat program, sehingga dalam implementasi dapat menjadi lebih mudah gambar 6.

Berikut adalah penjelasan flowchart untuk menampilkan output "Buah Matang" atau "Buah Mentah":

- 1) Proses dimulai dengan langkah awal, yaitu Mulai, yang menandakan sistem mulai bekerja. Setelah itu, dilakukan Inisialisasi Sensor dan Webcam, di mana sensor diaktifkan untuk membaca nilai kematangan buah, dan webcam juga diinisialisasi untuk mengambil gambar buah sebagai data masukan untuk proses prediksi.
- 2) Selanjutnya, sistem melakukan Baca Sensor dan Webcam. Pada tahap ini, sensor membaca nilai kematangan buah berdasarkan parameter tertentu, seperti warna atau tingkat keasaman. Secara bersamaan, webcam mengambil gambar buah yang nantinya akan diproses menggunakan model YOLO untuk melakukan klasifikasi tingkat kematangan.
- 3) Tahap berikutnya adalah Prediksi Menggunakan Model YOLO. Gambar yang telah diambil oleh webcam dianalisis menggunakan model YOLO untuk mendeteksi apakah buah dalam kondisi matang atau mentah berdasarkan fitur visual yang dikenali oleh model tersebut.
- 4) Setelah prediksi dilakukan, sistem masuk ke tahap Keputusan: Apakah Prediksi Matang atau Sensor < 0.5 ?. Jika model YOLO memprediksi buah sebagai matang atau jika nilai yang dibaca oleh sensor kurang dari 0.5, maka buah dianggap matang. Jika tidak memenuhi kriteria tersebut, maka buah dikategorikan sebagai mentah.
- 5) Jika buah dikategorikan sebagai matang, maka sistem akan menjalankan langkah Jika YA (Buah Matang), di mana teks "Buah Matang" akan ditampilkan pada LCD 16x2 sebagai output informasi kepada pengguna. Sebaliknya, jika buah dikategorikan sebagai mentah, maka sistem menjalankan langkah Jika TIDAK (Buah Mentah), di mana teks "Buah Mentah" akan ditampilkan pada LCD 16x2.
- 6) Terakhir, setelah proses klasifikasi dan penampilan hasil pada LCD selesai, sistem memasuki tahap Selesai, di mana proses berakhir dan sistem siap untuk membaca serta memproses buah berikutnya.



Gambar 6. Flowchart

D. Hasil Implementasi

Pada tahapan ini, penulis melakukan implementasi rancangan yang sudah disusun sebelumnya. Hasil dari implementasi penelitian ini dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Bentuk Fisik

E. Pengujian

Proses pengujian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk memvalidasi kesesuaian antara desain alat yang telah dirancang dengan implementasi, serta untuk memastikan bahwa hasil yang dicapai memenuhi ekspektasi yang telah ditetapkan. Di samping itu, pengujian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi kinerja alat secara komprehensif. Pasca-pengujian,

dilakukan serangkaian pengukuran dan analisis terhadap hasil yang diperoleh guna menilai tingkat keberhasilan alat dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Setiap komponen alat melalui proses pengujian guna mengevaluasi kinerjanya berdasarkan desain yang telah ditetapkan.

1) Pengujian Sensor TGS2602

Pengujian sensor TGS2602 bertujuan untuk mendeteksi kandungan gas yang dihasilkan oleh mangga dengan tingkat kematangan berbeda, yaitu mangga matang dan mangga mentah. Pengujian dilakukan dengan menempatkan mangga bersama sensor di dalam wadah tertutup untuk menjaga kestabilan konsentrasi gas serta meminimalkan pengaruh lingkungan eksternal.

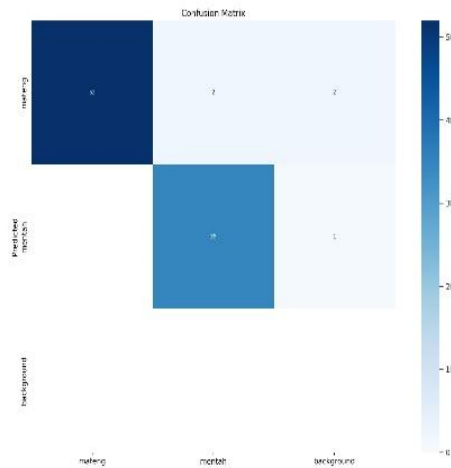
Sebelum proses pengujian, sensor TGS2602 dipanaskan dan dikalibrasi di udara bersih guna memperoleh nilai dasar (baseline). Perubahan resistansi sensor akibat paparan gas dicatat sebagai sinyal analog, kemudian dikonversi menjadi data digital melalui modul ADC. Data yang diperoleh dianalisis untuk membandingkan konsentrasi gas antara mangga matang dan mangga mentah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mangga matang menghasilkan konsentrasi gas yang lebih tinggi dibandingkan mangga mentah, sehingga sensor TGS2602 mampu membedakan tingkat kematangan buah secara efektif. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Sensor TGS2602

waktu	Tegangan Sensor	Status Deteksi	Keterangan
2	0.50	Netral	Tidak ada buah
10	0.54	Mentah	Konsentrasi gas rendah
20	0.56	Mentah	Buah Belum matang
30	0.52	Mentah	Gas rendah
40	0.59	Mentah	Sedikit peningkatan gas
50	1.52	Mateng	Gas mulai meningkat
60	1.96	Mateng	Gas lebih tinggi
70	2.30	Mateng	Konsentrasi gas tinggi
80	2.33	Mateng	Buah sangat matang

2) Pengujian Model Deteksi

Pengujian model deteksi yolo dilakukan menggunakan dataset pengujian yang menghasilkan confusion matrix. Hasil pengujian pengujian dapat dilihat pada **Error!**



Reference source not found..

Gambar 8 Confusion Matrix

3) Analisis Confusion Matrix:

True Positives (52): Model berhasil mengklasifikasikan 52 sampel mangga matang dengan benar.

False Negatives (2): Sebanyak 2 sampel mangga matang diklasifikasikan sebagai mentah, yang berarti ada kesalahan dalam mendeteksi kematangannya.

False Positives (35): Model salah mengklasifikasikan 35 sampel sebagai matang padahal seharusnya mentah. Ini menunjukkan bahwa model cenderung terlalu sering memprediksi "matang".

True Negatives (1): Model hanya berhasil mengklasifikasikan 1 sampel mangga mentah dengan benar, yang menunjukkan bahwa kelas mentah kurang terwakili dengan baik dalam deteksi model.

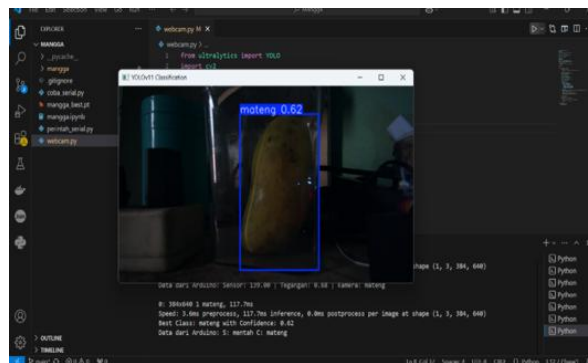
Background (0): Tidak ada prediksi atau data terkait background, yang berarti semua gambar yang diuji mengandung objek yang diprediksi sebagai matang atau mentah.

4) Pengujian Deteksi

Setelah melakukan training dataset, maka hasil yang didapat dari proses training adalah sebagai berikut:

a) Deteksi mangga dalam keadaan gelap

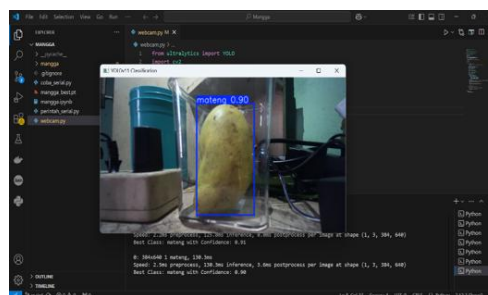
Untuk memastikan YOLO dapat mendeteksi mangga dengan benar dalam kondisi gelap, beberapa teknik perlu diterapkan. Pada gambar 9 Model akan bekerja lebih baik jika sudah dilatih dengan gambar dalam pencahayaan minim, sehingga dataset harus mencakup variasi kondisi terang dan gelap. Jika tidak cukup data gelap, augmentasi seperti pengurangan brightness dan peningkatan kontras dapat digunakan untuk mensimulasikan kondisi malam atau ruangan redup.



Gambar 9 Kondisi Gelap

b) Deteksi mangga dalam keadaan terang

Deteksi mangga dalam kondisi ada cahaya melibatkan beberapa aspek penting dalam pengolahan citra dan deep learning. Pada gambar 10 Pencahayaan yang cukup membantu meningkatkan akurasi model dalam mengenali mangga. di dunia nyata. Dengan pendekatan ini, deteksi mangga tetap akurat dalam berbagai kondisi pencahayaan.



Gambar 10 Kondisi Terang

5) *Pengujian Keseluruhan*

Pengujian keseluruhan merupakan pengujian yang dilakukan dengan keseluruhan alat baik sensor ataupun komponen lain. Pengujian ini dilakukan agar dapat diketahui bahwa rangkain alat yang dibuat sudah sesuai dengan yang diinginkan. Hasil pengujian rangkaian keseluruhan dapat dilihat dalam tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Keseluruhan

No	Kondisi pencahayaan	Jenis Mangga	Gas TGS2602 (ppm)	Confidence Rata-rata	Kesimpulan
1	Terang	Mentah	0.50	0.91	Sensor dan YOLO mendeteksi mentah dengan akurat
2	Terang	Matang	1.52	0.89	Warna dan gas mendukung deteksi matang
3	Terang	Mentah	0.54	0.85	Sedikit dipengaruhi warna cahaya
4	Terang	Matang	1.96	0.88	Deteksi masih optimal
5	Gelap	Mentah	0.56	0.76	Noise mulai muncul pada kamera
6	Gelap	Mateng	2.30	0.46	Sensor gas tetap akurat, webcam sedikit menurun
7	Gelap	Mentah	0.59	0.76	Warna sulit dibedakan, sensor gas masih bisa mendeteksi
8	Gelap	Mateng	2.33	0.81	Sensor gas tetap akurat, webcam sedikit menurun

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Integrasi sensor gas TGS2602 dengan model deteksi objek berbasis YOLOv11 telah berhasil menciptakan sistem deteksi kematangan mangga yang menggabungkan analisis kimiawi dan visual. Sensor TGS2602 berperan dalam mendeteksi senyawa gas yang dihasilkan oleh mangga selama proses pematangan, sementara YOLOv11 digunakan untuk

menganalisis citra mangga dan mengklasifikasikannya berdasarkan tingkat kematangan. Dengan menerapkan algoritma YOLO pada gambar mangga dan menguji kinerjanya dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan, sistem ini dapat memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan metode konvensional. Penggunaan teknologi ini meningkatkan efisiensi produksi dengan mempercepat proses seleksi mangga, mengurangi pemborosan akibat kesalahan dalam penentuan kematangan, serta memastikan kualitas yang lebih baik sebelum produk sampai ke konsumen. Selain itu, sistem ini membantu menjaga konsistensi kualitas mangga yang dijual, sehingga memberikan manfaat bagi petani, distributor, dan konsumen dalam rantai pasokan buah. Dengan analisis menyeluruh terhadap performa sensor dan model YOLOv11, sistem ini dapat terus dikembangkan untuk meningkatkan akurasi dan keandalannya dalam berbagai kondisi lingkungan.

DAFTAR REFERENSI

- Deliana Agriawati, "PENGKAJIAN PENERAPAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN MANISAN MANGGA KERING DI KABUPATEN INDRAMAYU," *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, vol. 12, Jun 2009.
- I. M. Arti, P. Asnur, R. Kurniasih, dan E. P. Ramdan, "Identification, Pathogenesis and Virulence Test of Fungus Causes Postharvest Disease of Gedong Gincu Mango from Pal Market, Cimanggis, Depok," *JURNAL PEMBELAJARAN DAN BIOLOGI NUKLEUS*, vol. 8, no. 2, hlm. 236–246, Jul 2022, Diakses: 12 November 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.ulb.ac.id/index.php/nukleus/article/view/2628>
- G. S. Kiay, "Konsentrasi Asam Sitrat terhadap Mutu Sari Buah Mangga Indramayu," *Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Gorontalo*, vol. 1, Apr 2018.
- Luqmanul Halim Zain, "Tampilan Sistem Deteksi Kematangan Buah Mangga berdasarkan kandungan Gas NH₃, C₂H₅OH dan VOCs menggunakan metode K-Nearest Neighbor (K-NN)," *Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 5, Sep 2021, Diakses: 9 November 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/9725/4366>
- Riski Arnol Purba, "Kombinasi Metode Discrete Cosine Transform Dan Convolutional Neural Network Dalam Mengidentifikasi Tingkat Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Warna," *Bulletin of Data Science*, vol. 2, Feb 2023, Diakses: 12 November 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/bulletinds/article/view/4497/2645>
- Prya Artha Widjaja, "Determining Mango Plant Types Using YOLOv4," *Formosa Journal of Science and Technology*, vol. 1, Des 2022, Diakses: 23 November 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.formosapublisher.org/index.php/fjst/article/view/2155/1784>

- “ANALISA PERANCANGAN SISTEM - Indyah Hartami Santi - Google Buku.”
Diakses: 19 Januari 2025. [Daring]. Tersedia pada:
https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=PHYJEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=perancangan+sistem+&ots=RliE6y4-ka&sig=ijoiLSFz6hTEsOu2sVZgDC-d01c&redir_esc=y#v=onepage&q=perancangan%20sistem&f=false
- Y. Hadi Pratama dan D. Irawan, “PERANCANGAN SISTEM INFORMASI LAYANAN MASYARAKAT PADA KECAMATAN SEPUTIH BANYAK KABUPATEN LAMPUNG TENGAH BERBASIS WEB,” *Jurnal Mahasiswa Ilmu Komputer (JMIK)*, vol. 03, no. 01, Mar 2022.
- JauhariArifin, “PERANCANGAN MUROTTAL OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA 2560,” *Jurnal Media Infotama*, vol. 12, Feb 2016, Diakses: 12 Desember 2024. [Daring]. Tersedia pada:
<https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jmi/article/view/276/257>
- S. Samsugi, R. D. Gunawan, A. T. Priandika, dan A. T. Prastowo, “PENERAPAN PENJADWALAN PAKAN IKAN HIAS MOLLY MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO DAN SENSOR RTC DS3231,” *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 3, no. 2, Agu 2022, Diakses: 12 Desember 2024. [Daring]. Tersedia pada:
<https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/jtst/article/view/2127>
- A. E. Widodo dan S. Suleman, “Otomatisasi Pemilah Sampah Berbasis Arduino Uno,” *Indonesian Journal on Software Engineering (IJSE)*, vol. 6, no. 1, hlm. 12–18, Jun 2020, Diakses: 12 Desember 2024. [Daring]. Tersedia pada:
<https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ijse/article/view/7781>
- Nur Anjani, “Aplikasi Deteksi Ekspresi Wajah Dengan Mesin Learning,” *SINTAKS LOGIKA*, vol. 04, Sep 2024, Diakses: 12 Desember 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.umpar.ac.id/index.php/sylog/article/view/3338/2124>
- Gian Samudra, “RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING INDIKATOR BBM PADA GENSET GNS-2500 BERBASIS IMAGE PROCESSING,” *SinarFe7*, vol. 1, Jun 2018, Diakses: 19 Januari 2025. [Daring]. Tersedia pada:
<https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/view/506/451>
- S. Mluyati dan S. Sadi, “INTERNET OF THINGS (IoT) PADA PROTOTIPE PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS MQ-2 dan SIM800L,” *Jurnal Teknik*, vol. 7, no. 2, Feb 2019, Diakses: 19 Januari 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.umat.ac.id/index.php/jt/article/view/1358>
- A. R. Rambe dan H. Prihantoro, “Pengujian Otomatis Aplikasi Mobile dengan Teknik Black-box Menggunakan Appium (Studi Kasus: Pengembangan Aplikasi Jala Mobile),” *AUTOMATA*, vol. 3, Apr 2022, [Daring]. Tersedia pada: www.bugraptors.com
- J. V. Hutagaol, D. Setiawan, dan H. Eteruddin, “Perancangan Sistem Monitoring Kendaraan Listrik,” 2022.

- H. Hariyadi, M. Kamil, dan P. Ananda, “SISTEM PENGECEKAN PH AIR OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR PH PROBE BERBASIS ARDUINO PADA SUMUR BOR,” *Rang Teknik Journal*, vol. 3, no. 2, hlm. 340–346, Jun 2020, doi: 10.31869/rtj.v3i2.1930.
- A. Triwahyudin, H. K. Safitri, dan M. Fauziyah, “Pembacaan Jarak dan Kecepatan dengan ArUco Marker pada Sistem Koper Follow Me Beroda,” *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 21, no. 1, hlm. 97, Jul 2022, doi: 10.24843/mite.2022.v21i01.p14.