

**SUMMARY**   REVIEW   EDITING

## Submission

Authors Bryan Pratama Putra, Mohammad Hamim Zajuli Al Faroby, Helmy Widyantara  
Title Sistem Polinasi Melon Pada Greenhouse Menggunakan YOLOv4  
Original file [5704-19104-3-SM.DOCX](#) 2023-08-21  
Supp. files None [ADD A SUPPLEMENTARY FILE](#)  
Submitter Mohammad Hamim Zajuli Al Faroby   
Date submitted August 21, 2023 - 03:44 PM  
Section Teknik Informatika  
Editor None assigned

---

## Status

Status Awaiting assignment  
Initiated 2023-08-21  
Last modified 2023-08-21

---

## Submission Metadata

[EDIT METADATA](#)

### Authors

Name Bryan Pratama Putra   
Affiliation Institut Teknologi Telkom Surabaya  
Country Indonesia  
Bio Statement —

Name Mohammad Hamim Zajuli Al Faroby   
ORCID iD <http://orcid.org/0000-0001-6500-270X>  
Affiliation Institut Teknologi Telkom Surabaya  
Country Indonesia  
Bio Statement —  
Principal contact for editorial correspondence.

Name Helmy Widyantara   
Affiliation Institut Teknologi Telkom Surabaya  
Country Indonesia  
Bio Statement —

## Title and Abstract

Title Sistem Polinasi Melon Pada Greenhouse Menggunakan YOLOv4

# Sistem Polinasi Melon Pada Greenhouse Menggunakan YOLOv4

Bryan Pratama Putra<sup>1</sup>, Mohammad Hamim Zajuli Al Faroby<sup>2,\*</sup>, Helmy Widyantara<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Bisnis, Institut Teknologi Telkom Surabaya, Surabaya

<sup>2</sup> Program Studi Sains Data, Fakultas Teknologi Informasi dan Bisnis, Institut Teknologi Telkom Surabaya, Surabaya

email: <sup>1</sup>bryan.pratama@student.itelkom-sby.ac.id, <sup>2</sup>alfaroby@ittelkom-sby.ac.id, <sup>3</sup>helmywid@ittelkom-sby.ac.id

**Abstract** – The IT Telkom Surabaya campus has a greenhouse where melon plants are cultivated. Greenhouse as a medium for melon cultivation is a good choice but it has a weakness in pollination. Plants grown in greenhouses do not have help to pollinate like bees. One of the efforts to help the pollination process is to use the help of artificial pollination system tools. This research is aimed at assisting the pollination of melon flowers and increasing the success of pollination in the greenhouse. In its implementation, a tool is designed to be controlled by Arduino with a trigger in the form of results from object detection, then data processing is carried out in the form of classification of identification of the type of flower classified as male flowers, female flowers, or blooming female flowers, the detection process uses the You Only Look Once (YOLOv4) algorithm method. The results show that the tool used is capable of pollination and can perform flower type detection using YOLOv4 with an F1-score value of 0.97, Average IoU 88.73%, mAP 97.84% on a training split dataset configuration of 90:10 and a learning rate of 0.001, getting results on the overall test of 92.8%. Therefore, pollination can be done using the YOLOv4 Method as an object detection and auxiliary tool for pollination so that it is concluded, this tool can be used to increase the productivity of melon plants, and ease of pollination.

**Abstrak** – Kampus IT Telkom Surabaya memiliki greenhouse yang menjadi tempat budidaya tanaman melon. Greenhouse sebagai media budidaya melon merupakan pilihan yang bagus tetapi ini memiliki kelemahan pada polinasi. Tumbuhan di kembangkan didalam greenhouse tidak memiliki bantuan untuk melakukan polinasi seperti lebah. Salah satu upaya membantu proses polinasi adalah dengan menggunakan bantuan alat sistem polinasi buatan. Penelitian ini ditujukan untuk membantu polinasi bunga melon serta meningkatkan keberhasilan polinasi pada greenhouse. Dalam Pelaksanaannya dirancang sebuah alat di kontrol oleh arduino dengan pemicunya berupa hasil dari deteksi objek, selanjutnya dilakukan pemrosesan data berupa klasifikasi identifikasi jenis bunga tersebut tergolong bunga jantan, bunga betina, atau bunga betina mekar, proses deteksi menggunakan metode algoritma You Only Look Once (YOLOv4). Hasil menunjukkan alat yang digunakan mampu melakukan polinasi dan dapat melakukan pendeteksian jenis bunga menggunakan YOLOv4 dengan nilai F1-score 0.97, Average IoU 88.73% , mAP 97.84% pada konfigurasi training split dataset 90:10 dan learning rate 0.001, mendapatkan hasil pada uji keseluruhan yaitu 92.8%. Oleh karena itu, polinasi dapat dilakukan menggunakan Metode YOLOv4 sebagai deteksi objek dan alat bantu untuk melakukan polinasi sehingga disimpulkan, alat ini dapat digunakan untuk meningkatkan produktifitas tanaman melon, dan kemudahan pada polinasi.

**Kata Kunci** – Arduino, Melon, Polinasi, Yolo.

## I. PENDAHULUAN

Tanaman melon termasuk tanaman buah famili cucurbitaceae, melon banyak disebut berasal dari lembah panas persia atau daerah mediterania, merupakan perbatasan antara asia barat dengan eropa dan afrika [1]. Negara indonesia berada di asia, bertempat di garis khatulistiwa yang membuat indonesia cenderung mendapat sinar matahari sepanjang tahun. dengan iklim tropis tersebut, membuat indonesia menjadi salah satu negara dengan sejuta hasil bumi yang melimpah. Tanaman melon tidak dapat berkembang dengan optimal di musim penghujan, karena dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan melon dan dapat menurunkan hasil, baik kuantitas maupun kualitas [2].

Untuk menjaga pertumbuhan tanaman melon agar tetap optimal, digunakan greenhouse dimana kondisi lingkungannya dapat diatur, sehingga perkembangan organisme pengganggu tanaman dapat diminimalkan. Manfaat penggunaan greenhouse selain melindungi tanaman dari hujan juga menjaga tanaman dari serangan hama dan binatang sekitar yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Akan tetapi, penggunaan greenhouse membuat lebah dan lalat buah tidak dapat masuk untuk membantu polinasi, yang menyebabkan polinasi terhambat [3]. Dengan demikian, dibutuhkan alternatif lain dalam melakukan polinasi.

Pada penelitian ini, akan dibuat sistem polinasi untuk membantu penyebaran serbuk sari melalui udara, dengan media tanaman melon di dalam greenhouse. Menggunakan identifikasi jenis bunga yang didapat dari tangkapan webcam dengan menggunakan Deteksi objek You Only Look Once (YOLO). Lalu arduino UNO digunakan untuk menggerakkan servo, agar kamera dapat melihat kekanan dan kekiri, dan kemudian mengontrol relay, yang berperan untuk menyalakan blower ketika polinasi siap dilaksanakan.

\*) **penulis korespondensi:** Mohammad Hamim Zajuli Al Faroby  
Email: alfaroby@ittelkom-sby.ac.id

## II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Beberapa penelitian yang terkait ini. Hal ini memiliki tujuan untuk menghubungkan penelitian saat ini dengan literatur yang ada, bertujuan menginformasikan hasil penelitian lain yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini kepada pembaca, mengisi celah yang ada pada penelitian sebelumnya, dan menjadikan penelitian terdahulu sebagai acuan untuk penelitian yang akan dilakukan.

Penelitian pertama, "Identifikasi Kesehatan Daun Pada Tanaman Melon Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)". Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sehat

dan tidak sehatnya daun pada tanaman melon berdasarkan gejala pada daunnya. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Convolutional Neural Network (CNN) dengan 10 epoch. Hasil pengujian didapati dari 20 data uji mendapatkan akurasi 100% [4].

Penelitian kedua, “Klasifikasi Penyakit Pada Citra Daun Melon Menggunakan Algoritma Convolution Neural Network”. Pada penelitian ini menggunakan dua sistem yaitu komputer dan android untuk melakukan deteksi pada penyakit daun melon dengan menggunakan algoritma Convolution Neural Network dalam proses klasifikasinya. dan pengenalan citra digital menggunakan Computer Vision. Hasil pengujian memperlihatkan tingkat keberhasilan ketepatan klasifikasi 90% pada aplikasi smartphone sedangkan pada aplikasi komputer didapatkan 89% [5].

Penelitian ketiga, “Menentukan Jenis Tanaman Mangga Menggunakan YOLOv4”. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengenali citra daun menggunakan metode pengenalan objek YOLOv4 dan melakukan pelabelan menggunakan aplikasi Yololabel dan dilakukan secara manual. Jenis mangga yang digunakan adalah manalagi, apel, golek, dan harum manis. Pada penelitian ini menggunakan 457 data untuk digunakan melatih model dan menghasilkan akurasi 95% [6].

Penelitian keempat, “Deteksi Kematangan Buah Secara Real-time Menggunakan Algoritma YOLOv4”. Penelitian ini bertujuan untuk membedakan buah pisang mentah dan buah pisang matang menggunakan YOLOv4, dan pelabelan citra dilakukan menggunakan aplikasi Yolo mark. Hasil Pengujian yang dilakukan didapatkan rata-rata nilai akurasi 87.6% dengan penggunaan weight pada 5000 iterasi [7].

Penelitian kelima, “Rancang Bangun Alat Penyortir Buah Tomat Berdasarkan Ukuran Dan Warna Menggunakan Metode Segmentasi Hsv Berbasis Raspberry Pi 3b+”. Pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan penyortiran dari ukuran dengan pengolahan citra menggunakan metode mid point dan tingkat kematangan menggunakan metode segmentasi warna HSV. Hasil dari pengujian sistem ini dapat membedakan ukuran dan tingkat kematangan buah tomat dengan waktu pendeteksian tercepat 2 detik, juga tingkat kesalahan rata-rata pada sistem sebesar 3.33% dengan menggunakan kecepatan konveyer 7.35 detik/cm [8].

Berdasarkan dari penelitian yang sudah ada, dengan membuat alat yang dapat membantu dalam penyerbukan bunga melon, penelitian ini memiliki pembeda pada proses pelabelan dengan menggunakan Roboflow dan pendeteksian objek menggunakan Yolov4. Juga terdapat alat bantu yang digunakan untuk melakukan proses penyerbukan tanaman melon, yang nantinya dapat di kontrol oleh arduino UNO.

### III. METODE PENELITIAN

alur penelitian yang akan dilakukan selama penelitian ini berlangsung. Berikut tahap penelitian yang akan dilakukan:



Gbr. 1 Tahapan Penelitian

#### A. Studi Literatur

Dilakukan untuk mendalami metode yang digunakan, dan juga mencari penelitian serupa sebagai referensi untuk pengembangan dari sistem yang sudah ada, untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif.

#### 1. Melon

Melon merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura. menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2017 hingga 2021 menunjukkan produksi melon di indonesia mencapai 129.147 ton pada tahun 2021, 138.177 ton tahun 2020, 122.105 ton tahun 2019, 118.708 ton tahun 2018, dan 92.434 ton tahun 2017 [9]. Apabila produksi dapat diasumsikan dengan konsumsi, maka dapat diketahui bahwa konsumsi buah melon di masyarakat indonesia juga terus meningkat setiap tahunnya. Pupuk merupakan salah satu faktor produksi yang sangat penting. Penggunaan pupuk dapat membantu pertumbuhan pada tanaman melon. pemberian pupuk dapat dilakukan pada umur 14, 28, dan 42 Hari Setelah Tanam (HST). Dengan pemberian pupuk 5 hingga 10 gram/tanaman, melon sudah dapat berbunga pada saat berumur 15 hingga 17 HST [10].

Adapun setelah siap diserbuki dilakukan pemotongan ruas batang sehingga hanya menyisakan ruas batang ke 9 sampai ruas batang ke 11 [11]. Lalu penyerbukan dapat dilakukan pada waktu yang paling efektif yaitu pada pukul 06.00 - 07.00 WIB [12][13]. Penyerbukan dilakukan selama 7-12 hari karena bunga tidak matang bersamaan [14].

#### 2. Pengolahan Citra

Pengolahan citra digital (digital image processing) merupakan manipulasi dan interpretasi dari citra dengan bantuan komputer [15]. Referensi citra menggunakan dua variabel yang menunjuk pada posisi bidang dengan sebuah fungsi intensitas cahaya yang dapat dituliskan sebagai  $f(x,y)$ . Pada pernyataan matematis dapat ditulis seperti berikut[16].

$$0 < f(x,y) < \infty$$

#### 3. Grayscale

Grayscale adalah Proses penyederhanaan warna citra. Citra berwarna terdiri dari 3-layer matrik yaitu R-layer, G-layer, B-layer [17]. Berikut persamaan yang umum digunakan untuk melakukan konversi dari RGB ke Grayscale dengan bobot yang sudah ditentukan untuk setiap komponen warna [18].

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.144B$$

#### 4. Confusion Matrix

Confusion matrix merupakan tabel yang menyatakan klasifikasi jumlah data uji yang benar dari data uji yang salah. Berikut sebagai contoh confusion matrix terdiri dari 2 kelas dengan 4 kombinasi dari nilai prediksi dan aktual [19].

		Actual Values	
		Positive (1)	Negative (0)
Predicted Values	Positive (1)	TP	FP
	Negative (0)	FN	TN

Gbr. 2 Confusion matrix

TP (True Positive), TN (True Negative), FP (False Positive), FN (False Negative) dari ke empat variabel tersebut dapat digunakan untuk mengetahui confusion matrix, precision, recall, dan F1 Score [20][21]. Precision digunakan

untuk mengukur seberapa besar proporsi dari kelas data positif yang berhasil diprediksi dengan benar dari keseluruhan hasil prediksi kelas positif.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

Recall digunakan untuk menunjukkan persentase kelas data positif yang berhasil diprediksi benar dari keseluruhan data kelas positif.

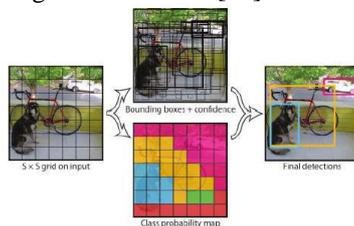
$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

F-1 Score digunakan untuk menghitung rata – rata dari precision dan recall yang nantinya akan diketahui efektifitas dari model yang sudah dibuat.

$$F1\ score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

5. You Only Look Once

You Only Look Once (YOLO) merupakan algoritma yang digunakan untuk mengenali suatu objek secara realtime yang melibatkan deteksi dan klasifikasi [22]. Berikut merupakan ilustrasi YOLO pada gambar dibawah [23].



Gbr. 3 Ilustrasi YOLO

Membagi citra dalam region/grid berukan S x S. Grid-grid ini bertanggung jawab untuk mendeteksi objek. Tiap grid akan memprediksi bounding box beserta nilai confidence nya. Nilai tersebut akan menunjukkan seberapa yakin bounding box tersebut berisi objek dan seberapa akurat prediksinya. Nilai confidence diperoleh menggunakan persamaan:

$$Conf(class) = Pr(class) \times IOU_{Pred}^{Truth}$$

Pr(class) adalah objek yang mungkin muncul pada suatu region dan IOU<sub>Pred</sub><sup>Truth</sup> merupakan Intersection Of Union rasio tumpang tindih antara kotak prediksi dan kotak Ground Truth. Semakin besarnya nilai IoU maka tingkat akurasi pada deteksi objek semakin tinggi. Persamaan IoU [24]:

$$IoU = \frac{Area\ of\ Overlapping}{Area\ of\ Union}$$

Tiap bounding box memiliki 5 nilai informasi yaitu x, y, w, h, dan c. Nilai x dan y adalah titik tengah bounding box yang terprediksi, sedangkan nilai w dan h merupakan rasio ukuran lebar dan tinggi relatif terhadap grid, dan c adalah nilai confidence bounding box tersebut.

Masing-masing grid memprediksi nilai class probabilitas jika diprediksi terhadap bojek didalamnya. Kemudian saat pengujian YOLO akan mengalikan nilai class probability dengan nilai confidence dari nilai bounding box. Dengan menggunakan persamaan:

$$Pr(Class_i|Object) \times Pr(Object) \times IOU_{Pred}^{Truth} = Pr(Class_i) \times IOU_{Pred}^{Truth}$$

Pada persamaan probabilitas, Pr(Class<sub>i</sub>|Object) adalah probabilitas bahwa objek yang terdeteksi termasuk dalam suatu kelas tertentu, Pr(Object) adalah probabilitas bahwa ada objek yang terdeteksi gambar.

6. Mean Average Precision

Mean Average Precision adalah metrik yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model deteksi objek, mAP memiliki nilai yang dihasilkan dari melakukan rata – rata dari nilai AP atau Average Precision. Sedangkan Average Precision adalah salah satu cara untuk menentukan evaluasi performa dari setiap model [25].

$$AP = \sum_{k=0}^{k=n-1} [Recall(k) - Recall(k + 1)] * Precision(k)$$

$$mAP = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{k=n} AP_k$$

7. Arduino UNO

Arduino uno merupakan papan sirkuit yang terdapat microcontroller Atmega328 yang dapat di program, perangkat ini dapat digunakan sebagai pengendali pada suatu perangkat elektronik mulai dari yang sederhana hingga kompleks [26].

8. Relay

Relay adalah saklar yang dibangkitkan menggunakan arus listrik yang terdapat pada komponen elektronika. Pada dasarnya relay adalah saklar pada batang besi (solenoid) yang dililitkan pada kawat [26].

9. Servo

Servo merupakan perangkat yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup, hal tersebut membuat servo dapat diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Gear yang terdapat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi pada motor servo [27].

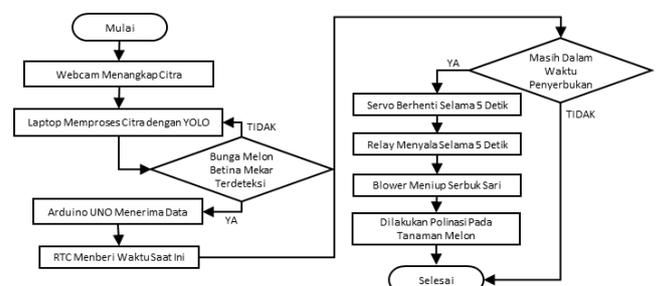
10. Real Time Clock

RTC (Real Time Clock) merupakan chip IC yang berfungsi untuk menyimpan data waktu. Waktu yang disimpan pada rtc dimulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. RTC ini menggunakan komunikasi I2C yang menggunakan jalur SCL dan SDA [28], pada modul juga terdapat sumber daya sendiri berupa baterai kancing, serta terdapat osilator kristal eksternal untuk keakuratan data waktu yang ditampilkan [29].

B. Pengumpulan Data

Mengumpulkan foto bunga melon. Foto diambil berupa tiga jenis bunga melon, terdiri dari bunga melon Jantan, bunga melon betina kuncup, dan bunga melon betina mekar.

C. Perancangan Sistem

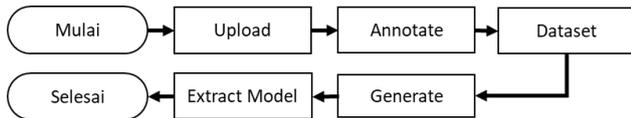


Gbr. 4 Rancangan Sistem

Webcam digunakan untuk mengambil tangkapan citra yang nantinya tangkapan citra tersebut akan di proses menggunakan laptop. Setelah citra diterima oleh laptop kemudian di proses

menggunakan YOLOv4 untuk dilakukan deteksi apakah terdapat bunga melon betina mekar atau tidak. Setelah terdeteksi terdapat bunga melon betina mekar maka akan mengirim sinyal ke arduino. Setelah arduino menerima data tersebut maka akan dilihat terlebih dahulu pada RTC apakah masih dalam waktu penyerbukan. Jika masih dalam waktu penyerbukan maka servo akan berhenti selama 5 detik, relay menyala selama 5 detik, dan blower akan meniup serbuk sari, saat serbuk sari tertiuap maka akan terdorong hingga bunga melon dan akan terpolinasi.

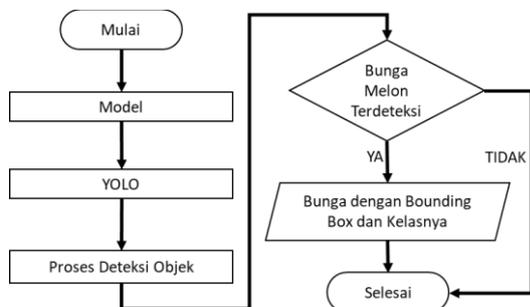
D. Preprocessing Data



Gbr. 5 Preprocessing Data menggunakan Roboflow

Upload adalah tahapan memasukkan gambar yang sebelumnya sudah disiapkan dimasukkan kedalam roboflow. Annotate tahapan ini memilih objek yang akan dilabeling dengan melakukan blok pada objek yang akan diberilabel, kemudian dimasukkan kedalam kelasnya. Dataset pada tahap ini dapat dilakukan pendistribusian data gambar yang sudah dilabeli dengan melakukan split dataset. Generate pada tahap ini terdapat preprocessing dan augmentation merupakan fitur yang terdapat pada roboflow disini terdapat banyak konfigurasi yang dapat ditambah seperti Auto Orient, Resize, Flip, dan grayscale. Kemudian setelah semua selesai dapat dilakukan Extract Model disini gambar yang sudah dilabeli selanjutnya di export ke format Yolo darknet, dari sini nantinya dataset digunakan untuk training dataset.

E. Klasifikasi Bunga Melon



Gbr. 6 Alur Klasifikasi Bunga dan Penerapan YOLOv4

Klasifikasi bunga adalah tahapan dalam pendeteksian dari bunga melon, diawali dari model yang didapat dari training untuk kemudian dimasukkan kedalam yolo, dari yolo akan dilakukan prose deteksi objek, apabila terdeteksi terdapat bunga melon maka dari bunga yang berhasil terdeteksi tersebut akan memunculkan bounding box dan kelasnya.

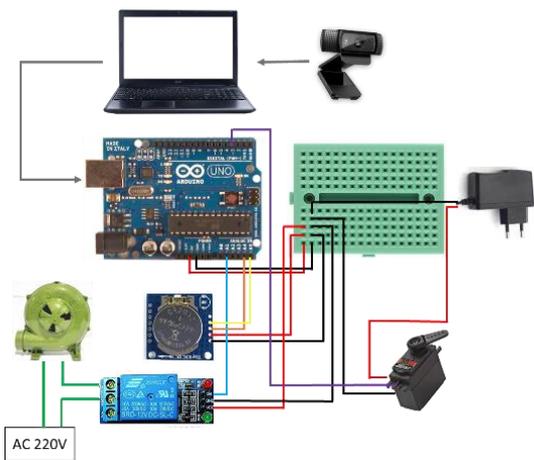
F. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan pada sistem yang sudah dibuat sebelumnya. Pengujian sistem meliputi percobaan menjalankan perangkat keras dan pendeteksian objek. Dengan waktu yang ditentukan disaat bunga melon mekar pada pukul 06.00 hingga 07.00[12][13].

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rangkaian Perangkat Keras

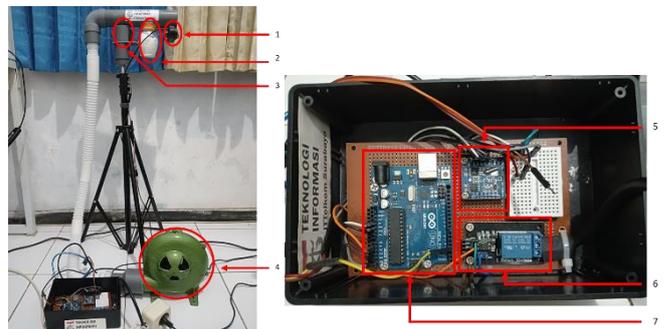
Perangkat keras digunakan untuk menerima data yang dikirim, data yang di kirim akan diterima oleh mikrokontroler arduino uno. Terdapat juga beberapa modul pendukung seperti Relay, Servo, dan RTC, Pada perangkat ini RTC sudah di setting sebelumnya dan sudah menyimpan data waktu sekarang. Penggunaan RTC ini untuk membuat arduino uno mengetahui waktu sekarang, waktu tersebut untuk mengetahui kapan alat harus berjalan dan mati. Kemudian servo yang dapat bergerak 180 derajat, digunakan untuk menggerakkan perangkat agar dapat bergerak menoleh ke kanan dan ke kiri. Dan relay digunakan untuk menyala matikan blower yang berguna untuk meniup serbuk sari yang sudah di tampung di depan moncong dari alat penyerbukan.



Gbr. 7 Rangkaian Elektronika Sistem

B. Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk implementasi polinasi pada bunga melon. Pada alat ini terdapat webcam pada bagian depan moncong, dibelakangnya terdapat tempat penampung serbuk sari, penempatan servo yang berada di atas tripod, dan pada blower terdapat selang untuk mengalirkan udara keatas, yang kemudian meniup serbuk sari, lalu serbuk sari yang terkena tekanan angin akan keluar dari bagian moncong pipa.



Gbr. 8 Tampak Keseluruhan dan Tampak Dalam Box Komponen

C. Data yang Digunakan

Dataset yang digunakan berupa foto yang diambil melalui smartphone dengan format .jpg dan layout pengambilan portrait. Pengambilan gambar ini dipergunakan untuk melatih

model untuk dapat mengetahui jenis bunga. Terdapat 3 jenis gambar bunga yang digunakan sebagai dataset pada penelitian ini. Yaitu, Bunga Betina Mekar, Bunga Betina Kuncup, dan Bunga Jantan. Berikut jumlah dari dataset:

TABEL I  
DATASET BUNGA ASLI

Jenis Bunga	Jumlah
Bunga Betina Kuncup	128
Bunga Betina Mekar	98
Bunga Jantan	85
<b>Total</b>	<b>311</b>

D. Proses Membangun Dataset

Preprocessing Data dilakukan proses pelabelan dataset, pada penelitian ini menggunakan roboflow untuk melakukan pelabelan pada dataset. Roboflow merupakan platform yang terdapat pada web yang memiliki fitur untuk melakukan labeling pada dataset. data yang dikumpulkan akan diolah untuk menjadi data yang memiliki label.

1. Proses Upload

Proses upload memasukkan semua foto yang akan diberi label ke roboflow. Pada penelitian ini gambar yang di upload masih berbentuk raw dari kamera menggunakan format .jpg, resolusi 3072 x 4080 12.5MP, skala 4:3, dan dengan pengambilan potrait.

2. Proses Annotate

Proses Annotate yaitu melakukan pembuatan kelas dan melakukan pembuatan bounding box. Ada tiga kelas yang dibuat, kelas Bunga Betina Kuncup, Bunga Betina Mekar, Bungan Jantan. Kemudian membuat kotak menggunakan menu bounding box tool, arahkan pada bunga dan masukkan kedalam kelas sesuai jenis bunga. Setelah semua terlabeli sebelum masuk ke dataset, dilakukan split data, pada penelitian ini semua data gambar dijadikan data train agar data gambar tidak terpisah, karena untuk proses pembagian data train dan data test akan dilakukan pada tahap konfigurasi direktori file.

3. Proses Pelabelan Data

Pada tahap membangun dataset gambar akan ditampilkan beserta bounding box dan kelas, pada tahap ini dilakukan pengecekan ulang dari posisi bounding box dan jenis bunga apakah sesuai dengan kelas yang dipilih.



Gbr. 9 Bunga Melon Dengan Bounding Box

4. Proses Generate

Pada proses generate terdapat tahapan preprocessing dan augmentation, di bagian preprocessing terdapat pengaturan yang sudah disediakan oleh roboflow berupa Auto-orient dan

Resize. Roboflow merekomendasikan untuk mengaktifkan fitur auto-orient karena saat sebuah gambar ditangkap, gambar tersebut berisikan metadata yang menentukan orientasi yang harus ditampilkan relatif terhadap piksel yang disusun pada disk. Resize berguna karena semakin kecil gambar yang digunakan maka akan membuat convolutions berjalan lebih cepat. Pada penelitian ini resize yang digunakan 416x416.

Pada augmentation menambahkan fitur flip dan grayscale. Penerapan fitur flip akan membuat versi gambar dalam bentuk orientasi berbeda, bisa vertikal maupun horizontal. Penggunaan fitur grayscale untuk membuat gambar menjadi keluaran abu-abu. Pada penelitian ini flip yang digunakan berorientasi vertikal dan menggunakan grayscale 100%.

Masuk ke tahap generate, pada roboflow tahap ini memiliki fitur yang dapat membuat 1 gambar menjadi beberapa variasi, Pada penelitian ini menggunakan fitur gratis sehingga 1 dataset maksimal memiliki 3 variasi, ketiga variasi tersebut dapat dilihat pada tabel 3 diwabah, akan tetapi tidak semuanya terdapat 3 variasi, ada juga yang hanya terdapat 2 variasi, tergantung bagaimana roboflow membuat variasi tersebut. Hasil dari kedua variasi tersebut yang pertama membuat gambar original menjadi grayscale dan yang kedua membuat gambar original menjadi grayscale + flip. Sehingga kemungkinan gambar bunga itu akan lebih mudah dideteksi dalam kondisi apapun.



Gbr. 10 Variasi Dari Roboflow

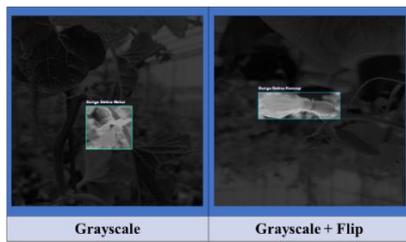
Hal ini akan membuat dataset pada penelitian ini semakin banyak dan lebih variatif, Dengan begitu roboflow memberikan model dataset lebih banyak tanpa harus melewati proses pengumpulan dan pelabelan lebih banyak pada data latih, yang akan memakan banyak waktu. Dari roboflow tadi dengan menggunakan variasi grayscale dan flip mengakibatkan adanya perubahan pada dataset asli yang ada pada table 1, menjadi dataset baru yang sudah ditambahkan variasi dari roboflow terdapat pada tabel 3 sehingga totalnya berubah yang awalnya 311 menjadi 780.

TABEL 2  
TOTAL DATASET BUNGA DENGAN VARIASI

Jenis Varasi	Jumlah
Original	311
Grayscale	235
Grayscale + Flip	234
<b>Total</b>	<b>780</b>

5. Extract Model

Tahap versions melakukan export dataset dan memperlihatkan semua informasi terkait total dataset, jumlah split dataset, juga fitur yang diambil pada tahap generate dari preprocessing dan augmentations. Pada tahap ini juga dapat dilihat hasil variasi dari gambar yang sudah di grayscale dan flip beserta bounding box nya, berikut hasil dari bounding box yang dilakukan oleh roboflow.



Gbr. 11 Variasi Roboflow dengan Bounding Box

E. Konfigurasi Direktori File

Pada tahap ini dilakukan penyocokan pada framework yolov4 darknet yang digunakan, dengan melakukan perubahan pada file terkait yolov4-custom.cfg, obj.data, obj.names, dan penempatan dataset yang sudah dilabeli. Pada penelitian ini menggunakan versi Yolov4 darknet, dikembangkan oleh AlexeyAB [30]. Setelah semua sesuai lanjut untuk melakukan konfigurasi parameter model. Tahap ini juga melakukan split dataset, pada penelitian ini dataset akan dilakukan pembagian terdiri dari dua macam, yang pertama, dengan presentase 90:10 artinya 90% data training dan 10% sebagai data testing, kedua dengan presentase 80:20 artinya 80% merupakan data training dan 20% sebagai data testing [31].

F. Konfigurasi Parameter Model

Pada tahap ini melakukan penyesuaian parameter model dengan pelatihan model yang akan dilakukan. Terdapat beberapa perubahan parameter dari yolov4 yang disesuaikan dengan penelitian ini, Perubahan yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 3. Berikut 4 konfigurasi yang dilakukan untuk melakukan training data[29].

TABEL 3  
PARAMETER MODEL

No	Parameter	Training			
		1	2	3	4
1	Batch size	64	64	64	64
2	Network size	416	416	416	416
3	Subdivisions	64	64	64	64
4	Max batch	6000	6000	6000	6000
5	Filters	24	24	24	24
6	Class	3	3	3	3
7	Learning Rate	0.001	0.00261	0.001	0.00261
8	Split dataset	90 : 10	90 : 10	80 : 20	80 : 20

G. Hasil Pelatihan Data

Hasil pelatihan data ini merupakan proses training dataset dilakukan untuk membuat model yang dapat digunakan untuk melakukan deteksi dan mengenali benda yang sudah dilabeli sebelumnya. Pada penelitian ini terdapat skenario training dataset dengan melakukan split dataset dan learning rate yang menghasilkan output nilai rata-rata berupa Precision, recall, F1 score, average IoU, dan mAP.

TABEL 4  
HASIL TRAINING MODEL YOLOV4

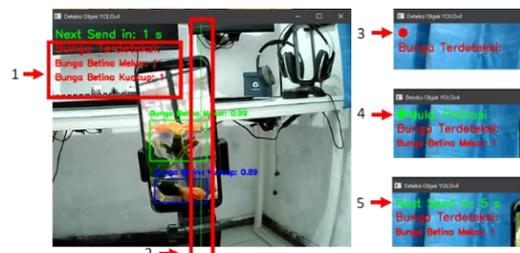
	Training			
	1	2	3	4
TP	90	90	185	181
FP	2	3	13	12

FN	3	3	11	15
Precision	0.98	0.97	0.93	0.94
Recall	0.97	0.97	0.94	0.92
F1 score	0.97	0.97	0.94	0.93
Average IoU	88.73%	88.25%	83.70%	84.88%
mAP	97.84%	96.76%	95.20%	94.49%

Jadi model training 1 yang akan digunakan pada penelitian ini, karena memiliki nilai keseluruhan terbaik daripada training dataset yang lain. Dengan menggunakan split data 90:10 dan nilai learning rate 0.001 akan menghasilkan nilai testing dataset dengan akurasi yang lebih baik.

H. Pengujian Klasifikasi Bunga

Proses klasifikasi bunga yaitu tahapan dalam pendeteksian bunga menggunakan data yang sudah dilatih untuk mendeteksi jenis bunga, pada implementasinya menggunakan webcam yang akan ditampilkan pada frame kemudian digunakan untuk mendeteksi citra bunga, apabila terdapat bunga melon yang terdeteksi. Pada frame terdapat garis tengah yang digunakan untuk menjalankan proses polinasi, yang terjadi apabila terdeteksi bunga melon betina mekar yang mendekati garis tengah pada frame.



Gbr. 12 Indikator Pada Frame

Keterangan:

1. Bunga yang terdeteksi dan jumlah bunga terdeteksi
2. Garis Tengah
3. Indikator tidak adanya bunga betina mekar
4. Indikator adanya bunga betina mekar
5. Indikator delay

I. Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem ini, dilakukan untuk mengetahui apakah sistem berjalan dengan baik. Terdapat 3 pengujian yang dilakukan. Pertama pengujian dilakukan pada rangkaian perangkat keras guna mengetahui apakah perangkat keras dapat berjalan sesuai dengan kondisi yang sudah ditentukan. Kedua pada pendeteksian objek, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah model yang dibuat sudah dapat mendeteksi objek. Ketiga pengujian pada uji keseluruhan, pada uji keseluruhan ini sistem diuji dari awal menyala, dapat mendeteksi adanya objek, menyempatkan serbuk sari tepat pada objek, hingga sistem berhenti.

1. Pengujian Rangkaian Perangkat Keras

Pada pengujian rangkaian perangkat keras, merupakan tahapan yang dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang digunakan sesuai dengan skenario rancangan sistem yang sudah ada. Yaitu dengan menguji alat yang sudah dibuat apakah alat tersebut sudah dapat bekerja sesuai skenario yang

di buat dan mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Berikut skenario dan hasil dari pengujian yang sudah dibuat.

TABEL 5  
PENGUJIAN PERANGKAT KERAS

Pengujian	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
Arduino	Menyala	Menyala pada pukul 06.00 hingga 07.00	Sesuai
	Mati	Mati diluar jam aktif	Sesuai
	Menerima data	Dapat menerima data	Sesuai
	Control servo	Menghentikan servo selama 5 detik	Sesuai
	Control relay	Menyalakan relay selama 5 detik	Sesuai
Servo	Gerak servo	Servo bergerak dari 0 ke 180 derajat dan sebaliknya	Sesuai
		Servo bergerak dengan delay 0.35 detik setiap 1 derajat	Sesuai
Relay	On	Mengaktifkan blower	Sesuai
	Off	Blower berhenti beroperasi	Sesuai
Blower	On	Meniupkan serbuk sari	Sesuai
	Off	Blower berhenti	Sesuai
Penampung Serbuk Sari	Terkena dorongan angin	Serbuk sari berhasil keluar	Sesuai
	Tidak terdorong angin	Serbuk sari tetap berada ditempat	Sesuai

Pada tabel 5 diatas dapat dilihat bahwa alat sudah dapat beroperasi sesuai dengan skenario yang sudah di buat. Untuk lebih detail dari hasil pengujian dapat dilihat pada link youtube yang berada pada uji keseluruhan.

### 2. Pengujian Deteksi Objek

Pada pengujian deteksi objek, sebelum dilakukannya pengujian deteksi objek, dilakukan terlebih dahulu pengujian deteksi dengan menggunakan jarak tertentu. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan model dalam mendeteksi objek pada jarak tertentu. Pengujian dilakukan dengan 5 skenario jarak berikut hasil dari pengujian jarak tersebut.

TABEL 6  
PENGUJIAN JARAK DETEKSI OBJEK  
Pengujian Jarak Deteksi Objek

Jarak	Jumlah	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
20 cm	15	15	0
25 cm	15	15	0
30 cm	15	15	0
35 cm	15	8	7
40 cm	15	4	11

Dari pengujian jarak diketahui bahwa pada jarak 20cm, 25cm, dan 30cm objek masih dapat terdeteksi, akan tetapi pada jarak 35cm dan 40cm objek mulai tidak dapat terdeteksi hal ini dapat terjadi karena objek yang terlalu jauh. Dengan begitu pada penelitian ini pengujian menggunakan jarak maksimum yang dapat dicapai yaitu 30cm.



Gbr. 13 Hasil Percobaan Jarak Deteksi

Selanjutnya pada pengujian deteksi objek dilakukan dengan menggunakan gambar pada hp yang diarahkan ke webcam, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah model yang digunakan dapat mendeteksi dengan benar dan akurat.

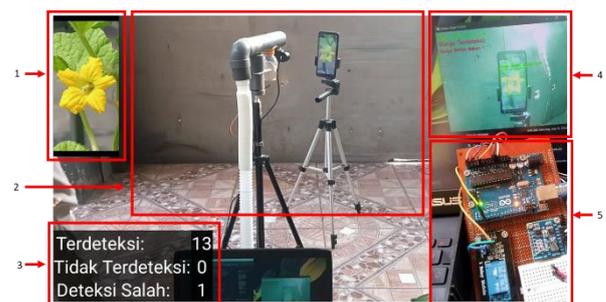
TABEL 7  
HASIL PENGUJIAN DETEKSI OBJEK

Jenis Bunga	Jumlah	Terdeteksi		Tidak Terdeteksi
		Benar	Salah	
Betina Kuncup	15	13	1	1
Betina Mekar	15	14	1	0
Jantan	15	15	0	0
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>42</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Dari hasil pengujian deteksi objek dengan menggunakan tiga jenis bunga dari tiap jenisnya berjumlah 15 gambar, dengan total pengujian pada 45 kali percobaan didapatkan hasil 42 benar, 1 salah, dan 1 tidak terdeteksi. Jika dirata-rata keseluruhan, maka presentase keberhasilan mencapai 93% dalam melakukan deteksi objek.

### 3. Uji Keseluruhan

Pada uji keseluruhan ini, sistem yang telah dibangun telah diuji untuk melaksanakan proses polinasi guna mengevaluasi keberhasilan perangkat keras dan deteksi objek yang digunakan. Ujicoba ini bertujuan untuk menguji kinerja dan keandalan sistem, serta untuk memverifikasi apakah perangkat keras dan fungsi deteksi objek benar-benar dapat berfungsi sebagaimana yang diharapkan, berikut penjelasan dari komponen yang ditampilkan pada video hasil uji keseluruhan.



Gbr. 14 Proses Uji keseluruhan

Keterangan:

1. Bunga yang sedang dideteksi
2. Tampak keseluruhan
3. Jumlah yang Terdeteksi, Tidak terdeteksi, dan Terdeteksi salah
4. Tampilan dari proses pendeteksian objek
5. Komponen hardware yang digunakan

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sejumlah gambar yang terdiri dari tiga macam yaitu Bunga Betina Kuncup, Bunga Betina Mekar, dan bunga jantan. Gambar-

gambar ini ditempatkan secara acak untuk memberikan variasi kondisi yang berbeda dalam pengujian.

TABEL 8  
HASIL UJI KESELURUHAN PADA DETEKSI BUNGA

Jumlah Bunga	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Deteksi Salah
14	13	0	1

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa alat dapat bekerja dengan cukup baik. Dari 14 bunga yang dideteksi terdapat 13 yang hasil pendeteksian sesuai dengan jenis bunga dan dinyatakan benar, dan 1 hasil pendeteksian yang tidak sesuai dengan jenis bunga dan dinyatakan salah, sehingga jika dirata-rata angka keberhasilan dalam melakukan deteksi mencapai 92.8%. Dari 14 jumlah bunga yang dideteksi terdapat 6 bunga melon betina mekar yang harus dilakukan polinasi oleh perangkat keras.

Keberhasilan dalam melakukan polinasi cukup baik yaitu dari 6 bunga, terdapat 5 yang berhasil di polinasi dan 1 tidak terpolinasi yang terdapat pada nomor 11 pada tabel 5 diatas. Pada pengujian ini kegagalan dalam melakukan polinasi terjadi akibat kesalahan saat melakukan proses pendeteksian dari bunga betina mekar yang terdeteksi menjadi bunga jantan, hal itu mengakibatkan perangkat keras melewati bunga tersebut sehingga tidak dilakukan polinasi pada bunga betina mekar tersebut. Sehingga dengan hasil tersebut perangkat keras juga berhasil bekerja cukup baik dari awal hingga akhir dalam melakukan proses penyerbukan. Untuk melihat proses dari uji keseluruhan dapat mengakses link berikut [https://youtu.be/h\\_PwIwbu6fA](https://youtu.be/h_PwIwbu6fA).

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan hasil pengolahan data yang ada pada penelitian ini, dapat ditunjukkan pada proses polinasi melon yang berhasil diimplementasikan. Dari model yang dibuat dapat melakukan deteksi pada jenis bunga betina kuncup, bunga betina mekar, dan bunga jantan dengan menggunakan YOLOv4 dapat dilakukan. Selain itu juga pada empat skenario training data yang dilakukan didapatkan nilai training terbaik pada training 1 menggunakan split dataset 90:10 dan learning rate 0.001 dengan hasil Precision 0.98, Recall 0.97, dan F1 score 0.97. memperoleh nilai Average IoU 88.73%, dan nilai mAP 97.84%.

Juga dapat dibuatnya perangkat yang dapat membantu proses penyerbukan yang di kontrol oleh arduino UNO, selain itu penggunaan perangkat keras juga berjalan lancar mulai dari awal hingga akhir berjalannya sistem dalam melakukan penyerbukan. Sehingga alat yang dibuat dapat untuk meningkatkan produktifitas tanaman melon, dari sumberdaya, tenaga kerja, dan kemudahan pada polinasi.

Dari hasil yang didapat pada penelitian ini, kemungkinan yang dapat diberikan pada untuk pengembangan selanjutnya adalah:

1. Penambahan pada jumlah dataset dengan gambar yang lebih bervariasi dari pola gambar yang digunakan agar didapatkan model yang dapat mengenali jenis objek lebih baik dan lebih akurat.
2. Membuat perangkat keras yang lebih akurat dan presisi untuk meningkatkan tingkat keberhasilan dan berjalan lancarnya proses yang dilakukan pada saat perangkat

keras beroperasi.

3. Melakukan proses deteksi dengan menggunakan device dengan spesifikasi GPU yang lebih baik, guna mempercepat proses training data dan meningkatkan kecepatan dalam deteksi objek.
4. Membuat konfigurasi parameter model yang lebih baik, untuk mendapatkan hasil deteksi yang lebih akurat dan meminimalkan kesalahan dalam deteksi.
5. Pengembangan alat agar dapat bergerak lebih fleksibel dengan dapat bergerak vertikal dan horizontal, serta bergerak maju dan mundur.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Institut Teknologi Telkom Surabaya atas segala dukungan dari para peneliti di Program Studi Teknologi Informasi dan Sains Data, Fakultas Teknologi Informasi dan Bisnis, Institut Teknologi Telkom Surabaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. O. Giwa and T. O. Akanbi, "Mechanization of melon processing and novel extraction technologies: A short review," *Scientific African*, vol. 9. Elsevier B.V., Sep. 01, 2020. doi: 10.1016/j.sciaf.2020.e00478.
- [2] Nanik Furidah, "Efektivitas Nutrisi Ab Mix Terhadap Hasil Dua Varietas Melon." [Online]. Available: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/>
- [3] E. Widiyanto, D. B. Santoso, K. Kardiman, and A. E. Nugraha, "Pemberdayaan Masyarakat tentang Pemanfaatan Tanaman Saga (Abrus Precatorius L) di Desa Tanahbaru Pakisjaya Karawang," *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 4, no. 1, p. 63, Dec. 2019, doi: 10.30651/aks.v4i1.2294.
- [4] F. Z. Rahmanti, B. A. S. Aji, O. A. Permata, B. Amelia, and M. H. Z. Al Faroby, "Leaf Health Identification on Melon Plants Using Convolutional Neural Network," *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, vol. 12, no. 1, pp. 127–134, Mar. 2023, doi: 10.23887/janapati.v12i1.58492.
- [5] M. Sholikhin, S. Kom, A. H. Reddy, and M. Kom, "Klasifikasi Penyakit Pada Citra Daun Melon Menggunakan Algoritma Convolution Neural Network," 2022.
- [6] P. A. Widjaja and J. R. Leonesta, "Determining Mango Plant Types Using YOLOv4," *Formosa Journal of Science and Technology*, vol. 1, no. 8, pp. 1143–1150, Dec. 2022, doi: 10.55927/fjst.v1i8.2155.
- [7] W. Widyawati and R. Febriani, "Real-time detection of fruit ripeness using the YOLOv4 algorithm," *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 17, no. 2, p. 205, Nov. 2021, doi: 10.36055/tjst.v17i2.12254.
- [8] H. Zarwani, "Rancang Bangun Alat Penyortir Buah Tomat Berdasarkan Ukuran Dan Warna Menggunakan Metode Segmentasi Hsv Berbasis Raspberry Pi 3b+," 2019.
- [9] Badan Pusat Statistik, "Produksi Tanaman Buah-buahan Melon," 2021. <https://www.bps.go.id/> (accessed Jan. 08, 2023).
- [10] J. Ayu, E. Sabli, and D. Sulhaswardi, "Jurnal Dinamika Pertanian Volume XXXIII Nomor 1 April 2017 (103-114) universitas Islam Riau Jl Kaharudin Nasution No.113 Pekanbaru," 2017.
- [11] H. A. Bazaz, D. Armita, and K. Koesriharti, "Pengaruh Penjarangan Buah dan Pemupukan Kalium terhadap Pertumbuhan, Hasil, dan Kualitas Buah Melon (Cucumis melo L.)," *Produksi Tanaman*, vol. 10, no. 7, pp. 388–394, Jul. 2022, doi: 10.21776/ub.protan.2022.010.07.07.
- [12] Eka Santosa Ratih, "Efektivitas Hibridisasi Beberapa Varietas Melon (Cucumis Melo L.) Dengan Perlakuan Waktu Penyerbukan Dan Proporsi Bunga Betina Dan Bunga Jantan," Aug. 2018.

- [13] Muarif Fadil, "Pengaruh Waktu Penyerbukan Dan Proporsi Bunga Betina Dengan Bunga Jantan Terhadap Hasil Dan Kualitas Benih Melon (Cucumis melo L.)."
- [14] D. Eki Yanuarta, M. Bintoro, and N. Bambang Eko Sulityono, "Efektifitas Beberapa Paket Pupuk Dan Umur Panen Buah Terhadap Produksi Dan Mutu Benih Melon (Cucumis melo L.)." [Online]. Available: <https://jpp.polije.ac.id/conference>
- [15] R. Bagus Pratama, "Penerapan Metode Eigenface Pada Sistem Parkir Berbasis Image Processing," 2018.
- [16] G. Novandra Rizkatama, A. Nugroho, and dan Alfa Faridh Suni, "Edu Komputika Journal Sistem Cerdas Penghitung Jumlah Mobil untuk Mengetahui Ketersediaan Lahan Parkir berbasis Python dan YOLO v4," *Edu Komputika*, vol. 8, no. 2, 2021, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/edukom>
- [17] H. Mulyawan, M. Zen, H. Samsono, S. Jurusan, T.-P. Elektronika, and N. Surabaya, "Identifikasi Dan Tracking Objek Berbasis Image Processing Secara Real Time."
- [18] Teresa, "Pewarnaan Citra Grayscale ke dalam Citra Berwarna dengan Menggunakan Pseudocoloring berbasis Palet Warna."
- [19] D. Normawati and S. A. Prayogi, "Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter," 2021.
- [20] D. Putra and A. Wibowo, "Prediksi Keputusan Minat Penjurusan Siswa SMA Yadika 5 Menggunakan Algoritma Naïve Bayes," *Prosiding Seminar Nasional Riset Dan Information Science (SENARIS)*, vol. 2, pp. 84–92, 2020.
- [21] A. A. Rahman, S. D. Agustin, N. Ibrahim, and N. C. Kumalasari, "Perbandingan Algoritma YOLOv4 dan Scaled YOLOv4 untuk Deteksi Objek pada Citra Termal," *MIND Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 61–71, Jun. 2022, doi: 10.26760/mindjournal.v7i1.61-71.
- [22] I. Inayatul Arifah, F. Nur Fajri, and G. Qorik Oktagalu Pratamasunu, "Deteksi Tangan Otomatis Pada Video Percakapan Bahasa Isyarat Indonesia Menggunakan Metode YOLO Dan CNN," 2022. [Online]. Available: <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAIC>
- [23] M. Sarosa and N. Muna, "Implementasi Algoritma You Only Look Once (Yolo) Untuk Deteksi Korban Bencana Alam," vol. 8, no. 4, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184407.
- [24] V. Marcellino, V. C. Mawardi, and N. J. Pradana, "Pendeteksian Jumlah Penumpang Yang Masuk Berdasarkan Cctv Pada Pintu Bus Dengan Metode Yolo."
- [25] I. M. D. Maleh, R. Teguh, A. S. Sahay, S. Okta, and M. P. Pratama, "Implementasi Algoritma You Only Look Once (YOLO) Untuk Object Detection Sarang Orang Utan Di Taman Nasional Sebangau," *Jurnal Informatika*, vol. 10, no. 1, pp. 19–27, Mar. 2023, doi: 10.31294/inf.v10i1.13922.
- [26] E. Zet Kafiari, E. K. Allo, and D. J. Mamahit, "Rancang Bangun Penyiram Tanaman Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Kelembaban YL-39 Dan YL-69," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7, no. 3, 2018.
- [27] E. Yuniarti, R. Hidayat, E. Ardian, and P. Studi Teknik Elektro, "Rancang bangun Sistem Monitoring Motor Servo dan Jumlah Pakan Ikan Berbasis Internet of Things," vol. 7, no. 1, 2022, doi: 10.31851/ampere.
- [28] R. R. Putra, H. Hamdani, S. Aryza, and N. A. Manik, "Sistem Penjadwalan Bel Sekolah Otomatis Berbasis RTC Menggunakan Mikrokontroler," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 4, no. 2, p. 386, Apr. 2020, doi: 10.30865/mib.v4i2.1957.
- [29] R. Ridho Prabowo and R. Taufiq Subagio, "Sistem Monitoring Dan Pemberian Pakan Otomatis Pada Budidaya Ikan Menggunakan Wemos Dengan Konsep Internet Of Things (IoT)," 2020.
- [30] AlexeyAB, "YOLOv4 / Scaled-YOLOv4 / YOLO - Neural Networks for Object Detection (Windows and Linux version of Darknet )." <https://github.com/AlexeyAB/darknet> (accessed Jul. 16, 2023).
- [31] Anisa Bella Mamta, "Implementasi Algoritma Deep Learning Untuk Sistem Deteksi Kantuk Pada Pengemudi Menggunakan Yolo," 2021.