

**ALGORITMA YOLOv8 MENJADI SOLUSI INOVATIF  
DALAM MENDETEKSI KESEGARAN  
BUAH DAN SAYURAN**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana  
Program Studi SI Informatika



disusun oleh

**UNIK TRISETYOWATI**

**21.11.4387**

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2024**

**ALGORITMA YOLOv8 MENJADI SOLUSI INOVATIF  
DALAM MENDETEKSI KESEGARAN  
BUAH DAN SAYURAN**

**SKRIPSI**

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana  
Program Studi S1 Informatika



disusun oleh

**UNIK TRISETYOWATI**

**21.11.4387**

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2024**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**ALGORITMA YOLOv8 MENJADI SOLUSI INOVATIF  
DALAM MENDETEKSI KESEGRAN  
BUAH DAN SAYURAN**

yang disusun dan diajukan oleh

**Unik Trisetyowati**

**21.11.4387**

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi  
pada tanggal 19 Desember 2024

**Dosen Pembimbing,**



**Rumini, S.Kom., M.Kom.**

**NIK. 190302246**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**SKRIPSI**  
**ALGORITMA YOLOv8 MENJADI SOLUSI INOVATIF**  
**DALAM MENDETEKSI KESEGERAN**  
**BUAH DAN SAYURAN**

yang disusun dan diajukan oleh

**Unik Trisetyowati**

21.11.4387

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 19 Desember 2024

**Susunan Dewan Penguji**

**Nama Penguji**

**Muhammad Rudvanto Arief, S.T., M.T.**  
**NIK. 190302098**

**Ninik Tri Hartanti, S.Kom., M.Kom.**  
**NIK. 190302330**

**Rumini, S.Kom., M.Kom.**  
**NIK. 190302246**

**Tanda Tangan**



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
Tanggal 19 Desember 2024

**DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER**



**Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom., Ph.D.**  
**NIK. 190302096**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Unik Trisetyowati  
NIM : 21.11.4387

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

**Algoritma YOLOV8 Menjadi Solusi Inovatif dalam Mendeteksi Kesegaran Buah dan Sayuran**

Dosen Pembimbing : Rumini, S.Kom., M.Kom.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 19 Desember 2024

Yang Menyatakan,

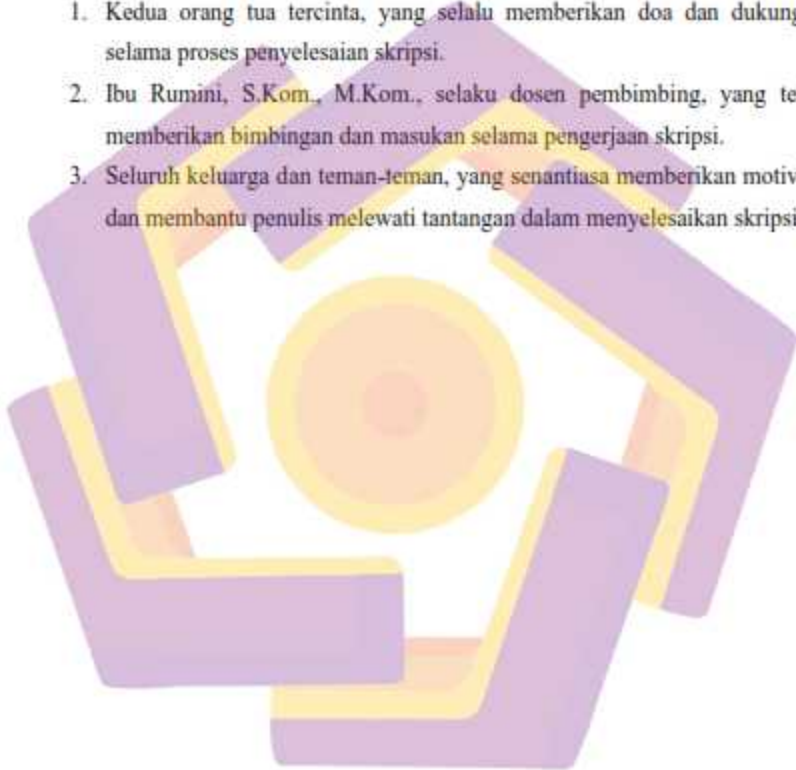


Unik Trisetyowati

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan Rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Penulis mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yang selalu memberikan doa dan dukungan selama proses penyelesaian skripsi.
2. Ibu Rumini, S.Kom., M.Kom., selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama pengerjaan skripsi.
3. Seluruh keluarga dan teman-teman, yang senantiasa memberikan motivasi dan membantu penulis melewati tantangan dalam menyelesaikan skripsi.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Algoritma YOLOv8 Menjadi Solusi Inovatif dalam Mendeteksi Kesegaran Buah dan Sayuran". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program sarjana S1 Informatika di Universitas AMIKOM Yogyakarta. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M.M., selaku Rektor Universitas AMIKOM Yogyakarta.
2. Bapak Hanif Al Fatta, M.Kom., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas AMIKOM Yogyakarta.
3. Ibu Windha Mega Pradnya Dhuhiya, M.Kom., selaku Ketua Program Studi Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta.
4. Ibu Rumini, S.Kom., M.Kom., selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama pengerjaan skripsi.
5. Tim Dosen Penguji, yang telah memberikan saran dan evaluasi untuk memperbaiki kualitas skripsi.
6. Kedua orang tua tercinta, yang selalu memberikan doa dan dukungan selama proses penyelesaian skripsi.
7. Teman-teman yang selalu memberikan semangat dan bantuan selama masa kuliah saya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini memiliki kekurangan, maka penulis menerima kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta menjadi referensi yang bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 11 Desember 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

|                                                         |      |
|---------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL.....                                      | i    |
| HALAMAN PERSETUJUAN.....                                | ii   |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                 | iii  |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....               | iv   |
| HALAMAN PERSEMBAHAN.....                                | v    |
| KATA PENGANTAR.....                                     | vi   |
| DAFTAR ISI.....                                         | vii  |
| DAFTAR TABEL.....                                       | x    |
| DAFTAR GAMBAR.....                                      | xi   |
| DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....                      | xiii |
| DAFTAR ISTILAH.....                                     | xvi  |
| INTISARI.....                                           | xxv  |
| ABSTRACT.....                                           | xxvi |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                  | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                               | 3    |
| 1.3 Batasan Masalah.....                                | 3    |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                              | 4    |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                             | 4    |
| 1.5.1 Manfaat penelitian berdasarkan segi teoretis..... | 4    |
| 1.5.2 Manfaat penelitian berdasarkan segi praktis.....  | 4    |
| 1.6 Sistematika Penulisan.....                          | 5    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                            | 6    |



|                                 |                                                    |    |
|---------------------------------|----------------------------------------------------|----|
| 2.1                             | Studi Literatur.....                               | 6  |
| 2.2                             | Dasar Teori.....                                   | 21 |
| 2.2.1                           | <i>Artificial Intelligence (AI)</i> .....          | 21 |
| 2.2.2                           | <i>Machine Learning</i> .....                      | 21 |
| 2.2.3                           | <i>Deep Learning</i> .....                         | 21 |
| 2.2.4                           | <i>You Only Look Once version 8 (YOLOv8)</i> ..... | 22 |
| 2.2.5                           | Roboflow.....                                      | 22 |
| 2.2.6                           | Google Colab .....                                 | 23 |
| 2.2.7                           | <i>Python</i> .....                                | 23 |
| 2.2.8                           | <i>mean Average Precision (mAP)</i> .....          | 23 |
| 2.2.9                           | <i>Confusion Matrix</i> .....                      | 24 |
| BAB III METODE PENELITIAN ..... |                                                    | 27 |
| 3.1                             | Alur Penelitian.....                               | 27 |
| 3.1.1                           | Pengumpulan Data .....                             | 28 |
| 3.1.2                           | <i>Data Augmentation</i> .....                     | 29 |
| 3.1.3                           | <i>Data Preprocessing</i> .....                    | 30 |
| 3.1.4                           | <i>Data Splitting</i> .....                        | 43 |
| 3.1.5                           | Pembuatan Model .....                              | 48 |
| 3.1.6                           | <i>Training dan Validation Model</i> .....         | 54 |
| 3.1.7                           | <i>Testing Model</i> .....                         | 56 |
| 3.1.8                           | Evaluasi Model .....                               | 56 |
| 3.1.9                           | Prediksi Model .....                               | 56 |
| 3.2                             | Alat dan Bahan .....                               | 57 |
| 3.2.1                           | Data Penelitian .....                              | 57 |
| 3.2.2                           | Alat / Instrumen .....                             | 57 |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                         | 59 |
| 4.1 Pengumpulan Data .....                                | 59 |
| 4.2 <i>Data Preprocessing</i> .....                       | 61 |
| 4.2.1 <i>Data Balance per Class</i> di Google Colab ..... | 61 |
| 4.2.2 <i>Labelling Image</i> .....                        | 68 |
| 4.2.3 <i>Auto-Orient</i> .....                            | 69 |
| 4.2.4 <i>Resize Gambar</i> .....                          | 70 |
| 4.3 <i>Data Splitting</i> .....                           | 71 |
| 4.4 Pembuatan Model .....                                 | 72 |
| 4.5 <i>Training &amp; Validation Model</i> .....          | 77 |
| 4.6 <i>Testing Model</i> .....                            | 82 |
| 4.7 Evaluasi Model .....                                  | 84 |
| 4.8 Prediksi Model .....                                  | 90 |
| BAB V PENUTUP .....                                       | 96 |
| 5.1 Kesimpulan .....                                      | 96 |
| 5.2 Saran .....                                           | 97 |
| REFERENSI .....                                           | 98 |

## DAFTAR TABEL

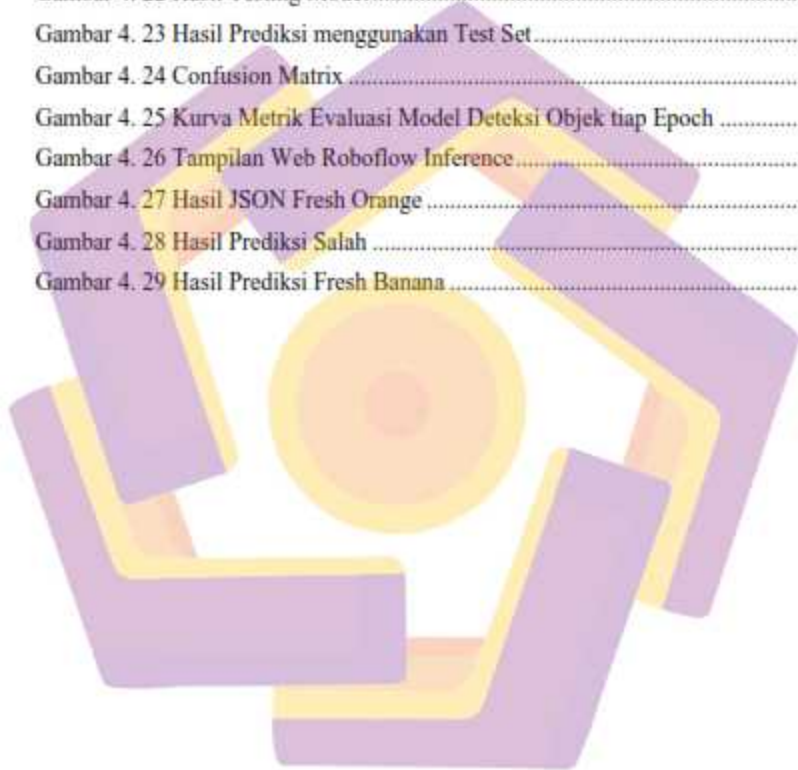
|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Keaslian Penelitian.....                                           | 8  |
| Tabel 3. 1 Jumlah Gambar .....                                                | 28 |
| Tabel 3. 2 Jumlah setiap Kelas pada setiap Split .....                        | 47 |
| Tabel 4. 1 Parameter Pelatihan Model .....                                    | 79 |
| Tabel 4. 2 Parameter Augmentasi yang terjadi saat Pelatihan Model .....       | 79 |
| Tabel 4. 3 Nilai Standar Deviasi pada Metrik Model Deteksi Objek tiap Epoch . | 89 |
| Tabel 4. 4 Hasil Prediksi .....                                               | 95 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3. 1 Flowchart Alur Penelitian .....                              | 27 |
| Gambar 3. 2 Buah & Sayuran pada Masing-Masing Class.....                 | 29 |
| Gambar 3. 3 Persebaran Data tiap Kelas sebelum dilakukan Balancing ..... | 31 |
| Gambar 3. 4 Persebaran Data tiap Kelas setelah dilakukan Balancing ..... | 31 |
| Gambar 3. 6 Membuat Bounding Box dan Menandai Kelas pada Objek.....      | 34 |
| Gambar 3. 7 Ilustrasi Titik Koordinat Bounding Box .....                 | 35 |
| Gambar 3. 8 Struktur Folder Dataset YOLOv8 .....                         | 39 |
| Gambar 3. 9 Gambar sebelum di-resize .....                               | 43 |
| Gambar 3. 10 Gambar sesudah di-resize .....                              | 43 |
| Gambar 3. 11 Ilustrasi Data Splitting.....                               | 45 |
| Gambar 3. 12 Struktur Folder Dataset YOLOv8 .....                        | 46 |
| Gambar 3. 13 Arsitektur YOLOv8 .....                                     | 49 |
| Gambar 3. 14 Screenshot Dataset dari Kaggle .....                        | 57 |
| Gambar 4. 1 Kode Program Import Dataset dari Kaggle.....                 | 59 |
| Gambar 4. 2 Hasil Import Dataset .....                                   | 61 |
| Gambar 4. 3 Kode Program untuk Menghitung Jumlah Gambar per Class .....  | 62 |
| Gambar 4. 4 Hasil Jumlah Gambar per Class .....                          | 64 |
| Gambar 4. 5 Kode Program Data Balance .....                              | 65 |
| Gambar 4. 6 Hasil Data Balance .....                                     | 68 |
| Gambar 4. 7 Labelling Image .....                                        | 69 |
| Gambar 4. 8 Auto-Orient dan Resize pada Roboflow .....                   | 69 |
| Gambar 4. 9 Gambar sebelum di-resize .....                               | 71 |
| Gambar 4. 10 Gambar sesudah di-resize .....                              | 71 |
| Gambar 4. 11 Data Splitting di Roboflow .....                            | 72 |
| Gambar 4. 12 Kode Program Instal Ultralytics.....                        | 72 |
| Gambar 4. 13 Hasil Instalasi Ultralytics .....                           | 73 |
| Gambar 4. 14 Kode Program Import Library Ultralytics.....                | 74 |
| Gambar 4. 15 Kode Program Instal Roboflow .....                          | 74 |
| Gambar 4. 16 Hasil Instal Roboflow .....                                 | 75 |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4. 17 File YAML.....                                             | 76 |
| Gambar 4. 18 Kode Program Training & Validation.....                    | 77 |
| Gambar 4. 19 Hasil Training & Validation.....                           | 78 |
| Gambar 4. 20 Kurva Train & Val Loss.....                                | 81 |
| Gambar 4. 21 Kode Program Testing Model.....                            | 82 |
| Gambar 4. 22 Hasil Testing Model.....                                   | 83 |
| Gambar 4. 23 Hasil Prediksi menggunakan Test Set.....                   | 83 |
| Gambar 4. 24 Confusion Matrix.....                                      | 84 |
| Gambar 4. 25 Kurva Metrik Evaluasi Model Deteksi Objek tiap Epoch ..... | 88 |
| Gambar 4. 26 Tampilan Web Roboflow Inference.....                       | 91 |
| Gambar 4. 27 Hasil JSON Fresh Orange .....                              | 92 |
| Gambar 4. 28 Hasil Prediksi Salah .....                                 | 93 |
| Gambar 4. 29 Hasil Prediksi Fresh Banana .....                          | 94 |



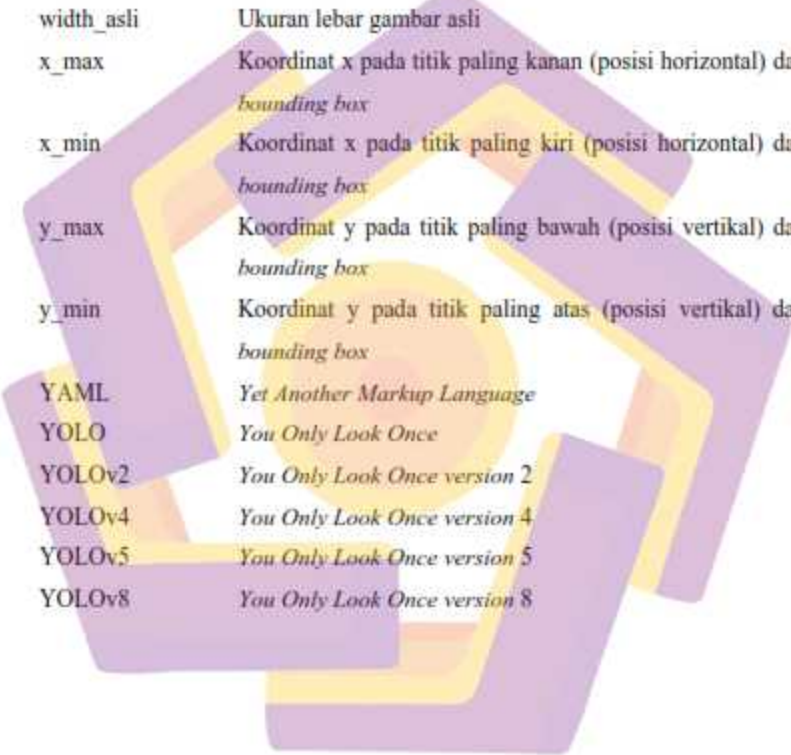
## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

|          |                                                                      |
|----------|----------------------------------------------------------------------|
| $\gamma$ | Gama                                                                 |
| AI       | <i>Artificial Intelligence</i>                                       |
| AMP      | <i>Automatic Mixed Precision</i>                                     |
| API      | <i>Application Programming Interface</i>                             |
| $AP_k$   | Presisi rata-rata dari <i>class k</i>                                |
| BoF      | <i>Bag of Features</i>                                               |
| center_x | Koordinat x dari titik tengah <i>bounding box</i> yang dinormalisasi |
| center_y | Koordinat y dari titik tengah <i>bounding box</i> yang dinormalisasi |
| class_id | Nomor kelas objek ditulis dalam format numerik                       |
| CNN      | <i>Convolutional Neural Network</i>                                  |
| CNNsF    | <i>Convolutional Neural Networks Features</i>                        |
| CPU      | <i>Central Processing Unit</i>                                       |
| CUDA     | <i>Compute Unified Device Architecture</i>                           |
| DFL      | <i>Distribution Focal Loss</i>                                       |
| dkk.     | dan kawan-kawan                                                      |
| dil.     | dan lain-lain                                                        |
| EXIF     | <i>Exchangeable Image File Format</i>                                |
| FLW      | <i>Food Loss &amp; Waste</i>                                         |
| FN       | <i>False Negatives</i>                                               |
| FP       | <i>False Positives</i>                                               |
| FPN      | <i>Feature Pyramid Network</i>                                       |
| GB       | <i>Gigabyte</i>                                                      |
| GFLOPs   | <i>Giga Floating Point Operations Per Second</i>                     |
| GLCM     | <i>Gray Level Co-Occurrence Matrix</i>                               |
| GPU      | <i>Graphics Processing Unit</i>                                      |
| GUI      | <i>Graphical User Interface</i>                                      |





|                |                                                                                           |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| height         | Tinggi <i>bounding box</i> yang dinormalisasi                                             |
| height_asli    | Ukuran tinggi gambar asli                                                                 |
| Hist           | <i>Histogram Features</i>                                                                 |
| HSV            | <i>Hue Saturation Value</i>                                                               |
| HTML           | <i>Hypertext Markup Language</i>                                                          |
| IoT            | <i>Internet of Things</i>                                                                 |
| JSON           | <i>JavaScript Object Notation</i>                                                         |
| LBP            | <i>Local Binary Pattern</i>                                                               |
| lr             | <i>learning rate</i>                                                                      |
| lr0            | <i>learning rate awal</i>                                                                 |
| mAP            | <i>mean Average Precision</i>                                                             |
| MiB            | <i>Mebibyte</i>                                                                           |
| ms             | <i>Millisecond</i>                                                                        |
| N              | Jumlah <i>class</i>                                                                       |
| new_height     | Tinggi gambar setelah di- <i>resize</i>                                                   |
| new_width      | Lebar gambar setelah di- <i>resize</i>                                                    |
| ONNX           | <i>Open Neural Network Exchange</i>                                                       |
| PAN            | <i>Path Aggregation Network</i>                                                           |
| RAM            | <i>Random Access Memory</i>                                                               |
| ratio_height   | Rasio untuk tinggi gambar                                                                 |
| ratio_terkecil | Rasio terkecil yang dipilih dari hasil perhitungan antara<br>ratio_width dan ratio_height |
| ratio_width    | Rasio untuk lebar gambar                                                                  |
| RBF            | <i>Radial Basis Function</i>                                                              |
| s.d.           | sampai dengan                                                                             |
| SDK            | <i>Software Development Kit</i>                                                           |
| SGD            | <i>Stochastic Gradient Descent</i>                                                        |
| SPPF           | <i>Spatial Pyramid Pooling Fast</i>                                                       |
| SVM            | <i>Support Vector Machine</i>                                                             |
| TFLite         | <i>TensorFlow Lite</i>                                                                    |
| TN             | <i>True Negatives</i>                                                                     |



|            |                                                                                  |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| TP         | <i>True Positives</i>                                                            |
| TPU        | <i>Tensor Processing Unit</i>                                                    |
| txt        | <i>Text File</i>                                                                 |
| URL        | <i>Uniform Resource Locator</i>                                                  |
| VRAM       | <i>Video Random Access Memory</i>                                                |
| width      | Lebar <i>bounding box</i> yang dinormalisasi                                     |
| width_asli | Ukuran lebar gambar asli                                                         |
| x_max      | Koordinat x pada titik paling kanan (posisi horizontal) dari <i>bounding box</i> |
| x_min      | Koordinat x pada titik paling kiri (posisi horizontal) dari <i>bounding box</i>  |
| y_max      | Koordinat y pada titik paling bawah (posisi vertikal) dari <i>bounding box</i>   |
| y_min      | Koordinat y pada titik paling atas (posisi vertikal) dari <i>bounding box</i>    |
| YAML       | <i>Yet Another Markup Language</i>                                               |
| YOLO       | <i>You Only Look Once</i>                                                        |
| YOLOv2     | <i>You Only Look Once version 2</i>                                              |
| YOLOv4     | <i>You Only Look Once version 4</i>                                              |
| YOLOv5     | <i>You Only Look Once version 5</i>                                              |
| YOLOv8     | <i>You Only Look Once version 8</i>                                              |

## DAFTAR ISTILAH



|                                |                                                                                                                                                            |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AdamW                          | Metode optimasi stokastik yang memodifikasi implementasi khas <i>weight decay</i> dalam Adam, dengan memisahkan <i>weight decay</i> dari pembaruan gradien |
| Akurasi                        | Kedekatan hasil pengukuran dengan nilai sesungguhnya                                                                                                       |
| Algoritma                      | Prosedur sistematis untuk memecahkan masalah matematis dalam langkah-langkah terbatas                                                                      |
| <i>Anchor-free detection</i>   | Model secara langsung memprediksi posisi dan ukuran objek berdasarkan setiap piksel gambar tanpa menggunakan <i>bounding box</i> pra-prediksi              |
| <i>Artificial Intelligence</i> | Sebuah studi mengenai cara membangun sebuah komputer atau program komputer yang memungkinkan berjalan sendiri atau berpikir sendiri                        |
| Augmentasi data mosaik         | Menggabungkan 4 gambar menjadi satu sampel pelatihan untuk membentuk satu gambar yang lebih besar                                                          |
| <i>Auto-orient</i>             | Proses untuk menyesuaikan orientasi gambar agar semua gambar berada pada posisi yang sama dan konsisten                                                    |
| <i>Backbone</i>                | Mengekstrak fitur dasar dari gambar <i>input</i>                                                                                                           |
| <i>Batch size</i>              | Jumlah sampel data yang diproses oleh model dalam satu iterasi selama fase pelatihan                                                                       |
| best.pt                        | Representasi dari model terbaik yang dihasilkan selama pelatihan YOLOv8                                                                                    |

*Bounding box*

Kotak persegi panjang yang digunakan dalam pengolahan citra digital dan *Computer Vision* untuk mendefinisikan batas-batas objek dalam gambar

Citra

Gambar

*Computer Vision*

Bidang kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer memperoleh informasi dari gambar, video, dan *input* lainnya

*Concatenation*

Menggabungkan fitur dari beberapa resolusi dengan mempertahankan informasi dari setiap resolusi

*Confidence score*

Didefinisikan sebagai probabilitas, dinyatakan dalam persentase, yang menunjukkan keakuratan algoritma deteksi gambar

*Confusion Matrix*

Suatu proses untuk mempresentasikan dan mencocokkan antara nilai sebenarnya dengan nilai perkiraan pada model untuk mengevaluasi nilai akurasi, *Precision*, *Recall*, dan *F1-score*

*Data Augmentation*

Teknik yang digunakan untuk meningkatkan ukuran dan keragaman *dataset* secara artifisial

*Data Balance*

Distribusi yang merata dari kelas-kelas dalam *dataset* yang digunakan untuk pelatihan model

*Data Preprocessing*

Langkah awal dalam proses *Machine Learning* yang melibatkan transformasi data mentah menjadi format yang cocok untuk analisis dan pemodelan

Data primer

Data yang diperoleh seorang peneliti langsung dari objeknya



|                    |                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Data sekunder      | Data yang diperoleh seorang peneliti secara tidak langsung dari objeknya, tetapi melalui sumber lain, baik lisan maupun tulis                                                                                            |
| Data Splitting     | Proses membagi <i>dataset</i> menjadi beberapa <i>subset</i> yang digunakan untuk melatih, memvalidasi, dan menguji model                                                                                                |
| Data Testing       | Himpunan data yang digunakan untuk menguji model setelah proses latihan selesai                                                                                                                                          |
| Data Training      | Himpunan data yang digunakan untuk melatih atau membangun model                                                                                                                                                          |
| Data Validation    | Proses mengecek dan memastikan bahwa data yang akan digunakan atau diolah memenuhi kriteria dan format yang diperlukan agar data tersebut akurat, konsisten, dan berguna untuk analisis atau operasional yang diinginkan |
| Dataset            | Kumpulan data yang diatur dalam format yang terstruktur, seperti tabel atau <i>file</i> , dan berisi informasi dari berbagai sumber                                                                                      |
| Dataset publik     | Kumpulan data yang tersedia untuk umum dan dapat diakses oleh siapa saja tanpa ada batasan yang signifikan                                                                                                               |
| Deep Learning      | Subbidang dari <i>Machine Learning</i> yang menggunakan jaringan saraf tiruan dengan banyak lapisan untuk memproses data dan membuat keputusan                                                                           |
| Diagonal dominance | Dalam <i>Confusion Matrix</i> menunjukkan prediksi yang benar, sedangkan elemen lain di luar diagonal mewakili kesalahan prediksi                                                                                        |





|                      |                                                                                                                                             |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Downsampling</i>  | Fitur resolusi tinggi diperkecil untuk disejajarkan dengan fitur resolusi rendah                                                            |
| Ekspor               | Pengiriman barang dagangan ke luar negeri                                                                                                   |
| Ekstraksi Fitur      | Metode pengolahan citra atau gambar yang digunakan untuk mengambil ciri dari suatu gambar agar dapat dibedakan sebelum diklasifikasikan     |
| Emisi gas rumah kaca | Emisi gas-gas yang dilepaskan ke atmosfer dari berbagai aktivitas manusia di bumi menimbulkan efek rumah kaca di atmosfer                   |
| <i>Epoch</i>         | Jumlah siklus penuh di mana algoritma pelatihan berjalan melalui seluruh dataset satu kali                                                  |
| <i>F1-score</i>      | Harmonik <i>mean</i> dari <i>Recall</i> dan <i>Precision</i>                                                                                |
| File konfigurasi     | <i>File</i> yang digunakan untuk mengatur pengaturan dan parameter dari perangkat lunak atau sistem operasi                                 |
| <i>Flowchart</i>     | Diagram yang menampilkan langkah-langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program                                     |
| Globalisasi          | Proses masuknya ke ruang lingkup dunia                                                                                                      |
| <i>Head</i>          | Menghasilkan prediksi akhir berupa <i>bounding box</i> , <i>confidence score</i> , dan kelas                                                |
| <i>imgsz</i>         | Ukuran gambar <i>input</i> untuk pelatihan                                                                                                  |
| Impor                | Pemasukan barang dan sebagainya dari luar negeri                                                                                            |
| Inferensi            | Proses penggunaan model yang telah dilatih untuk membuat prediksi atau keputusan berdasarkan data baru yang belum pernah dilihat oleh model |





|                       |                                                                                                                                                 |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inkonsistensi         | Kondisi atau situasi di mana sesuatu tidak konsisten, tidak seragam, atau tidak sesuai dengan pola atau standar yang diharapkan                 |
| Kelas (class)         | Kelompok atau kategori yang telah ditentukan sebelumnya                                                                                         |
| Kernel                | Program komputer yang menjadi inti dari sebuah sistem operasi komputer, dengan kontrol terhadap segala hal atas sistem tersebut                 |
| Klasifikasi           | Suatu pengelompokan data yang mempunyai kelas label atau target                                                                                 |
| Konvensional          | Tradisional                                                                                                                                     |
| Koordinat normalisasi | Proses mengubah koordinat dalam gambar atau ruang tertentu ke dalam rentang standar, biasanya antara 0 dan 1                                    |
| Label                 | Informasi yang digunakan untuk mengidentifikasi dan melokalisasi objek dalam gambar                                                             |
| Labelling image       | Proses mengidentifikasi dan menandai berbagai detail dalam gambar                                                                               |
| Learning rate         | Parameter yang mengatur seberapa besar langkah yang diambil untuk memperbarui bobot model selama pelatihan                                      |
| Library               | Kumpulan kode yang dapat digunakan kembali untuk melakukan fungsi tertentu, tanpa harus menulis ulang kode                                      |
| Literatur ilmiah      | Kumpulan karya tulis yang mengandung hasil penelitian, kajian, dan temuan ilmiah yang ditulis oleh para ahli dan peneliti dalam bidang tertentu |



|                          |                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>loss</i>              | Metrik yang digunakan untuk mengukur seberapa baik atau buruk kinerja model dalam memprediksi atau mengklasifikasikan data                                                                                                     |
| <i>Machine Learning</i>  | Cabang dari kecerdasan buatan yang bertujuan membuat komputer belajar seperti manusia                                                                                                                                          |
| <i>Max overlap</i>       | Nilai ambang batas untuk tumpang tindih antara dua <i>bounding box</i> yang digunakan untuk menentukan apakah dua prediksi dianggap sebagai satu objek atau objek yang berbeda                                                 |
| Metode Otsu              | Metode segmentasi citra digital yang menggunakan nilai ambang batas otomatis, mengubah citra digital <i>grayxscale</i> menjadi hitam putih berdasarkan perbandingan nilai ambang batas dengan nilai warna piksel citra digital |
| <i>Min confidence</i>    | Nilai ambang batas kepercayaan yang digunakan untuk menentukan apakah suatu prediksi dari model dianggap valid atau tidak                                                                                                      |
| Mobilitas                | Gerak perubahan yang terjadi di antara warga masyarakat, baik secara fisik maupun secara sosial                                                                                                                                |
| Model <i>pre-trained</i> | Model yang sebelumnya telah dilatih pada suatu <i>dataset</i> dan telah memiliki bobot dan bias yang merepresentasikan fitur dari <i>dataset</i> yang digunakan untuk melatihnya                                               |
| <i>Momentum</i>          | Teknik yang digunakan untuk mempercepat proses pelatihan model <i>neural network</i> dengan membantu gradien menghindari jebakan dalam optimisasi fungsi <i>loss</i>                                                           |



|                          |                                                                                                                                                                  |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Multi-scale</i>       | Mendeteksi objek pada berbagai ukuran dalam gambar tunggal dengan memproses gambar pada beberapa skala yang berbeda                                              |
| <i>n_estimator</i>       | Menentukan jumlah <i>tree</i> dalam sebuah pohon keputusan                                                                                                       |
| <i>Neck</i>              | Menggabungkan fitur dari berbagai tingkat resolusi yang dihasilkan oleh <i>Backbone</i> untuk membantu deteksi objek dengan berbagai ukuran                      |
| <i>Optimizer</i>         | Target untuk meningkatkan efisiensi dari pemrosesan atau pembelajaran dari model algoritma prediksi berdasarkan peningkatan skor akurasi pada penugasan prediksi |
| <i>Overfitting</i>       | Model mempelajari data pelatihan dengan terlalu baik, sehingga model berkinerja buruk pada data baru                                                             |
| <i>Padding</i>           | Menambahkan ruang atau elemen tambahan guna mencapai efek atau tujuan tertentu                                                                                   |
| <i>Parameter</i>         | Variabel internal yang dioptimalkan selama pelatihan                                                                                                             |
| <i>Path</i>              | Jalur atau lokasi direktori di mana <i>file</i> dan data disimpan dan diakses oleh model                                                                         |
| Pemanasan global         | Peristiwa kenaikan suhu rata-rata daratan, lautan dan atmosfer bumi secara bertahap                                                                              |
| Pengolahan citra digital | Proses pengolahan gambar secara digital menggunakan komputer melalui suatu algoritma                                                                             |
| <i>Precision</i>         | Kemampuan <i>classifier</i> untuk tidak memberi label positif sebagai sampel yang negatif                                                                        |
| Produk hortikultura      | Umumnya buah-buahan, sayur-sayuran, dan tanaman hias                                                                                                             |

*Python*

Jenis bahasa pemrograman tingkat tinggi dikarenakan memiliki kemampuan yang lebih tinggi dalam abstraksi dan pemrograman yang mudah dipahami oleh manusia

*Random seed*

Nilai awal yang digunakan oleh generator angka acak untuk memulai urutan angka acak

Rantai pasok

Serangkaian proses bisnis yang menghubungkan beberapa aktor untuk peningkatan nilai tambah bahan baku atau produk dan mendistribusikannya kepada konsumen

*Recall*

Kemampuan *classifier* untuk menemukan semua sampel positif

*Shortcut*

Memungkinkan data untuk langsung melewati beberapa lapisan tanpa melalui semua lapisan di antara mereka, yang dapat membantu mengurangi hilangnya informasi dan mempercepat proses pelatihan

*Stride*

Parameter yang mengontrol seberapa banyak filter konvolusi bergeser di seluruh *input* gambar atau *feature map* selama operasi konvolusi

*Threshold overlap*

Nilai ambang batas yang digunakan untuk menentukan sejauh mana dua *bounding box* dianggap saling tumpang tindih dan dikategorikan sebagai deteksi yang benar

Tindakan korektif

Tindakan korektif adalah langkah-langkah yang diambil untuk mengatasi dan memperbaiki masalah atau ketidaksesuaian yang telah diidentifikasi dalam suatu proses, produk, atau sistem

*Transfer Learning*

Teknik dalam *Machine Learning* di mana model yang telah dilatih pada suatu tugas digunakan kembali sebagai dasar untuk mempelajari tugas yang berbeda namun terkait

*Tuning hyperparameter*

Proses penyesuaian dan pengaturan nilai-nilai *hyperparameter* dalam model untuk meningkatkan kinerja model

*Underfitting*

Model gagal menangkap pola yang mendasari dalam data pelatihan, menghasilkan performa yang buruk pada data pelatihan dan data baru

*Undersampling*

Teknik yang mengurangi jumlah data dari kelas mayoritas untuk menyeimbangkan *dataset*

*Upsampling*

Fitur resolusi rendah diubah menjadi resolusi yang lebih tinggi untuk digabungkan dengan fitur tingkat tinggi

*val\_accuracy*

Metrik yang digunakan untuk mengukur akurasi model pada data validasi selama pelatihan model

*val\_loss*

Metrik yang digunakan untuk mengukur seberapa baik performa model pada data validasi selama pelatihan

*Website*

Kumpulan halaman web yang saling terkait dan diakses melalui internet menggunakan *browser*

*ZIP*

Format kompresi data dan mengurangi ukuran *file*



## INTISARI

*Food Loss & Waste* (FLW) pada buah dan sayuran, terutama selama proses ekspor dan impor, menjadi masalah serius yang berdampak pada lingkungan, ekonomi, dan gizi. Di Indonesia, tingkat kehilangan sayuran mencapai 62,8% dan buah 45,5%, hal ini diperburuk dengan proses pemilahan konvensional yang sering tidak efisien dan akurat. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada penurunan makanan, namun juga meningkatkan emisi karbon, biaya produksi, dan limbah makanan. Untuk mengatasi masalah tersebut, peneliti mengusulkan penggunaan algoritma YOLOv8 sebagai solusi inovatif untuk mendeteksi kesegaran buah dan sayuran secara efisien, dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pemilahan serta mengurangi biaya dan waktu untuk manajemen rantai pasok.

Metode yang digunakan, yaitu pengumpulan *dataset* publik berjumlah 14.682 citra dengan 12 kelas dari Kaggle yang sudah dilakukan *data augmentation* oleh pemilik *dataset*, *data preprocessing* (*data balance*, *labelling*, *auto-orient*, dan *resize image*), *data splitting*, pembuatan model, *training & validation model*, *testing model*, evaluasi menggunakan *Confusion Matrix* dan mAP, terakhir melakukan prediksi menggunakan sistem yang disediakan oleh Roboflow. Algoritma YOLOv8 dipilih karena menawarkan kinerja mutakhir dalam hal akurasi dan kecepatan.

Hasil penelitian menunjukkan model YOLOv8 berhasil mencapai akurasi 99,74%, *Precision* 99,74%, *Recall* 99,74%, dan *F1-score* 99,74%. Serta metrik mAP50 sebesar  $0,98 \pm 0,03\%$  dan mAP50-95 sebesar  $0,92 \pm 0,06\%$ . Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi *Computer Vision* dan *Deep Learning* untuk efisiensi rantai pasok hortikultura dan menambah wawasan bagi pengembang dan peneliti untuk aplikasi serupa di sektor industri. Rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut, dapat mengeksplorasi *dataset* yang lebih besar dan beragam, serta implementasi di dunia nyata.

**Kata kunci:** buah dan sayuran, *Confusion Matrix*, deteksi objek, mAP, YOLOv8



## ABSTRACT

*Food Loss & Waste (FLW) in fruits and vegetables, especially during the export and import process, is a serious problem that impacts the environment, economy and nutrition. In Indonesia, the loss rate of vegetables reaches 62.8% and fruit 45.5%, which is exacerbated by conventional sorting processes that are often inefficient and inaccurate. This not only impacts food loss, but also increases carbon emissions, production costs and food waste. To overcome these problems, the researcher proposes the use of the YOLOv8 algorithm as an innovative solution to efficiently detect the freshness of fruits and vegetables, with the aim of improving efficiency and accuracy in the sorting process and reducing costs and time for supply chain management.*

*The methods used, namely collecting public datasets totaling 14,682 images with 12 classes from Kaggle which have been data augmentation by the dataset owner, data preprocessing (data balance, labelling, auto-orient, and resize image), data splitting, model building, model training & validation, model testing, evaluation using Confusion Matrix and mAP, finally predicting using the system provided by Roboflow. The YOLOv8 algorithm was chosen because it offers state-of-the-art performance in terms of accuracy and speed.*

*The results showed that the YOLOv8 model successfully achieved 99.74% accuracy, 99.74% Precision, 99.74% Recall, and 99.74% F1-score. As well as the mAP50 metric of  $0.98 \pm 0.03\%$  and mAP50-95 of  $0.92 \pm 0.06\%$ . This research contributes to the development of Computer Vision and Deep Learning technology for horticultural supply chain efficiency and adds insight for developers and researchers for similar applications in the industrial sector. Recommendations for further research can explore larger and more diverse datasets, as well as real-world implementation.*

**Keyword:** Confusion Matrix, fruit and vegetable, mAP, object detection, YOLOv8