

## Makalah Kolokium

# PENGEMBANGAN MODEL KLASIFIKASI KUALITAS BUAH MANGGIS MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO V7

RIZAL MUJAHIDDAN (G64190069)\* , WULANDARI

## ABSTRAK

Permintaan manggis di pasar luar negeri banyak terutama pada negara Asia, tetapi penyortiran manggis membutuhkan waktu lama sehingga pengiriman manggis yang lama. Hal ini merugikan petani dan eksportir manggis. Permasalahan penyortiran yang lama disebabkan oleh penyortiran masih dilakukan oleh manusia. Hal ini memunculkan ide untuk mengotomatiskan proses penyortiran dengan cara membuat mesin sortir. Mesin sortir memerlukan algoritma deteksi objek untuk menyortir kualitas buah manggis. Berdasarkan penelitian terbaru, algoritma deteksi objek terbaik adalah YOLO v7. Dalam penelitian ini, model pretrained YOLO v7 akan dilatih dengan kumpulan foto buah manggis yang sudah diberi label kualitas buah manggis.

Kata Kunci: buah manggis, kualitas, YOLO v7

## ABSTRACT

*There is a lot of demand for mangosteen in foreign markets, especially in Asian countries, but the sorting of mangosteen takes a long time so the delivery of mangosteen takes a long time. This is detrimental to mangosteen farmers and exporters. The old sorting problem was caused by sorting still being done by humans. This gave rise to the idea of automating the sorting process by creating a sorting machine. The sorting machine requires an object detection algorithm to sort the quality of the mangosteen fruit. Based on the latest research, the best object detection algorithm is YOLO v7. In this study, the YOLO v7 pretrained model will be trained with a collection of photos of mangosteen fruit that have been labeled as mangosteen fruit quality.*

*Keywords: mangosteen, quality, YOLO v7*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Buah manggis yang biasa disebut sebagai ratu buah tropis merupakan buah yang disukai oleh masyarakat karena rasanya manis dan segar, serta daging buah warnanya putih transparan hingga putih susu dan bertekstur kenyal (Djalil 2022). Pohon manggis merupakan pohon yang umumnya berbuah sekitar pada bulan November hingga Mei setiap tahunnya (Kementan 2020). Buah manggis yang diekspor ke luar negeri merupakan buah manggis yang memiliki kualitas unggul. Saat ini, untuk menentukan kualitas buah manggis, pengumpul buah manggis menentukan tingkat kematangannya berdasarkan warna dan ukuran yang dilihat dari mata manusia.

Namun, metode klasifikasi kualitas buah semangka menggunakan algoritma k-means berbobot memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya adalah waktu komputasi yang cepat, sedangkan kekurangannya adalah tingkat akurasi hanya di sekitar 50% - 62%. Kekurangannya adalah akurasi lebih rendah jika ditambahkan banyak clusternya (Muslim *et al.* 2019). Berdasarkan penelitian Yohannes *et al.* (2020) mengenai Klasifikasi Jenis Buah dan Sayuran Menggunakan SVM Dengan Fitur Saliency-HOG dan Color Moments memiliki

akurasi 99%, tetapi mudah membedakan karena warnanya memiliki perbedaan yang mencolok dibandingkan membedakan warna pada kualitas manggis yang berbeda beda.

Semua algoritma yang disebutkan hanya bisa mengklasifikasi satu benda saja. Object detection merupakan metode atau teknik untuk menentukan lokasi objek dari gambar yang diberikan dan menentukan kategori di setiap objek. Algoritma YOLO merupakan algoritma deep learning untuk deteksi objek yang menggunakan pendekatan berbeda dari algoritma lain yaitu menerapkan sebuah jaringan saraf tunggal pada keseluruhan citra. Ukuran dari grid cell tersebut tergantung pada input size yang digunakan pada suatu arsitektur (Al amin dan Aprilino 2022).

Buah manggis bisa diklasifikasi dengan algoritma YOLO melalui visual sensor yang bisa diterapkan kepada mesin agar lebih cepat dalam penyortiran dan mengurangi kekeliruan akibat manusia. YOLO v7 merupakan versi terbaru dari YOLO yang mencapai kecepatan dan akurasi yang tinggi dibandingkan model yang lain seperti Faster R-CNN. YOLO diberikan kemampuan mengenali objek yang sudah diberi label. YOLO v7 digunakan sebagai teknik klasifikasi pada penelitian ini karena YOLO v7 memiliki kemampuan klasifikasi yang tinggi dan waktu pendeteksian lebih cepat dibandingkan dengan pendahulunya (Wang *et al.* 2022).

Selain itu, YOLO v7 juga telah banyak diterapkan pada beberapa perangkat komputasi yang cukup rendah seperti Raspberry Pi (da Silva *et al.* 2022) . Penerapan algoritma YOLO v7 perlu dilakukan untuk mengklasifikasikan buah manggis melalui model Pytorch yang sudah dalam bentuk TFLite.

### **Perumusan Masalah**

Rumusan permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana cara mempersingkat penyortiran kualitas buah manggis dan Bagaimana cara mengimplementasikan algoritma YOLO v7 untuk mengklasifikasi kualitas buah manggis.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan algoritma YOLO v7 untuk mengklasifikasi kualitas buah manggis berdasarkan citra RGB.

### **Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan menjadi dasar pada penelitian selanjutnya dalam pengembangan mesin sortasi buah manggis berdasarkan citra.

### **Ruang Lingkup Penelitian**

Lingkup dari penelitian ini, yaitu:

1. Data Manggis diperoleh pada hasil panen bulan Desember sampai Januari 2022
2. Kamera yang digunakan *Industrial Camera* bertipe MAGNUS 2K

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Berdasarkan data dari BPS (2021) , Buah manggis memiliki peningkatan produksi dari tahun 2017 sampai 2020. Oleh karena itu, meningkatnya produksi buah manggis secara tidak langsung bisa meningkatnya ekspor buah manggis. Hal ini didukung oleh pernyataan Putra dan Sutrisna 2017 bahwa jika produksi melemah, maka hasil produksinya hanya untuk kebutuhan dalam negeri dan tidak bisa menjual ke luar negeri. Buah Manggis diminati oleh berbagai dunia khususnya di pasar Eropa dan juga Singapura (Kementerian perdagangan 2017).

Buah manggis bisa diekspor jika memenuhi permintaan pasar ekspor. Pasar ekspor harus memiliki kualitas produk yang lebih tinggi dibanding pasar lokal. Menurut ASEAN stan (2008) ,Extra Class merupakan kualitas terbaik sedikit cacat, beberapa sedikit memar, goresan, atau kerusakan mekanis lainnya. Pada kelas ini, buah manggis memiliki getah kuning kurang dari 5% dari berat buah manggis tersebut. Pada Class I, Manggis berkualitas baik. Itu harus menjadi ciri khas dari jenis komersial atau varietasnya. Cacat berikut, bagaimanapun, dapat diterima selama tidak mempengaruhi tampilan keseluruhan produk. Pada kelas ini, buah manggis memiliki getah kuning kurang dari 20% dari berat buah manggis tersebut.

Menurut Penelitian Research Information Series on Ecosystems (2019) , Kualitas buah manggis dapat dibagi menjadi 3 bagian berdasarkan ukuran manggis. Pertama, buah manggis berukuran kecil sekitar 16-18 buah/kg. Kedua, buah manggis berukuran sedang sekitar 12-14 buah/kg. Terakhir, buah manggis berukuran besar sekitar 8-10 buah/kg.

Kandungan antioksidan di tiap tingkat kematangan buah manggis berbeda-beda. Tingkat 0 kulitnya berwarna putih kekuningan atau berwarna hijau muda dengan titik keabu-abuan, tingkat 1 berwarna kuning kehijau-hijauan dengan goresan merah muda. Tingkat 2, kulit berwarna hijau kekuningan atau merah muda dengan titik merah muda menyelimuti seluruh bagian buah. Tingkat 3, seperti tingkat 2 hanya saja keseluruhan berwarna merah muda dan sudah bisa dipanen. Tingkat 4, kulitnya berwarna coklat kemerah-merahan. Tingkat 5, warnanya dari ungu kemerah-merahan . Tingkat 6, kulitnya warnanya ungu hingga ungu ketua-tuaan (Tongdee dan Suwanagul 1989).

Indeks	Warna Buah	Keterangan
0	Hijau Kekuningan	Buah belum matang, masih banyak getah, belum dapat dipanen
1	Kuning dan mulai muncul bercak merah pada dasar buah (10 - 25%)	Sudah dapat dipanen, sesuai untuk pasar ekspor
2	Bercak merah mulai merata 75 - 100 %	Sesuai untuk pasar ekspor
3	Warna buah merah muda	Sesuai untuk pasar ekspor
4	Mulai berubah jingga	Sesuai untuk pasar lokal
5	Jingga kecoklatan	Sesuai untuk pasar lokal
6	Ungu tua	Sesuai untuk pasar lokal

Sumber : Balitbang (2012)

Getah merupakan zat cair kental yang muncul dari batang, kulit, atau daun yang terluka (Kuspradini *et al.* 2016). Hidrogel merupakan zat yang mudah terbentuk dalam air dan memiliki sifat seperti air. Lateks merupakan zat yang memiliki berbagai campuran senyawa organik yang diproduksi dari sel tumbuhan khusus yaitu laticifer. Resin adalah gabungan

senyawa terpenoid dan fenolik . Faktor-faktor penyebab getah kuning adalah kerusakan fisik dan kelembaban yang ekstrim .

Hal ini berdasarkan prinsip YOLO bahwa deteksi yang digunakan adalah unified Detection yang berarti menyatukan Seluruh komponen pada object detection menjadi satu neural network. YOLO menggunakan satu gambar yang utuh dan dibuat grid cell pada ukuran tertentu (Redmon *et al.* 2016). YOLO memiliki beberapa generasi mulai dari v1 hingga v7 yang baru muncul pada tahun 2022. Untuk YOLO v7, ada tambahan layer Extended efficient layer aggregation network yang berfungsi pada proses reparameterization lebih optimal (Wang *et al.* 2022).

Attention Mechanisms bisa dikatakan merupakan proses seleksi secara dinamik yang bisa beradaptasi pembobotan fitur berdasarkan kepentingan dari input (Guo *et al.* 2022). GhostConv merupakan pengembangan dari operasi convolution yang disebabkan oleh banyaknya parameter yang digunakan dari convolution tradisional. Pada tahap kedua, transformasi linear ringan yang digunakan untuk menghasilkan fitur map terbaik . Model yang lain seperti SA , model ini memiliki kelemahan seperti perhitungannya yang cukup mahal (Chen *et al.* 2022).

CBAM merupakan suatu modul attention yang berguna untuk mendapatkan informasi dari fitur dengan menyilangkan informasi channel dan spasial bersama.alur informasi dibantu oleh modul yang digunakan untuk mempelajari informasi yang ditekankan (Woo *et al.* 2018).

YOLO bisa digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah manggis. Ada beberapa penelitian yang membahas ini hanya saja berbeda algoritma. Arsitektur yang digunakan modifikasi dari AlexNet , VGG16, Inception-v3, dan ResNet50. untuk akurasi yang diperoleh 85% (Arampongsanuwat dan Chaowalit 2021).

YOLO memiliki beberapa versi. Tetapi yang sering digunakan MS-COCO karena menarik dan agak sulit hingga saat ini. data ini juga memiliki banyak foto tetapi sedikit pengkategorian dibandingkan dataset yang lain. Berdasarkan perbandingan algoritma deteksi objek, bahwa yang lebih baik adalah YOLO v7. Ini dikarenakan YOLO v7 lebih cepat dalam mendeteksi dan mengklasifikasi objek, dan juga memiliki titik Average Precision lebih tinggi dibanding yang lain.

## **METODE**

### **Alat dan Bahan**

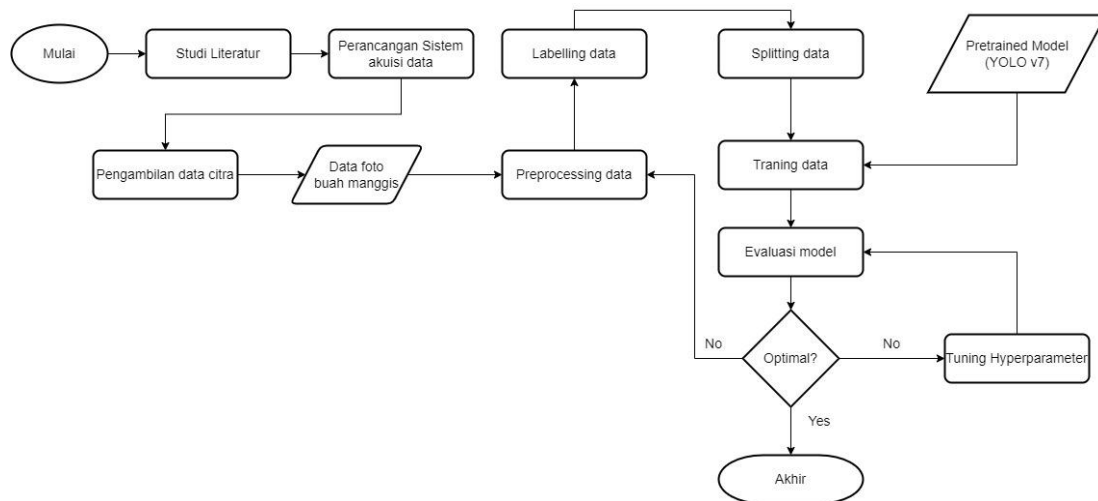
Alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut:

1. Kamera Magnus 2K
2. Model YOLO v7 (sudah disediakan oleh [github Wong Kin Yiu](#))
3. Aplikasi untuk pelabelan foto buah manggis (Aplikasi Labelme)
4. Python 3.9.13

5. Tensorflow 2.9.1
6. scikit learn 1.1.3
7. pandas 1.4.4
8. seaborn 0.11.2
9. matplotlib
10. pytorch 1.13

## Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar berikut:



## Studi literatur

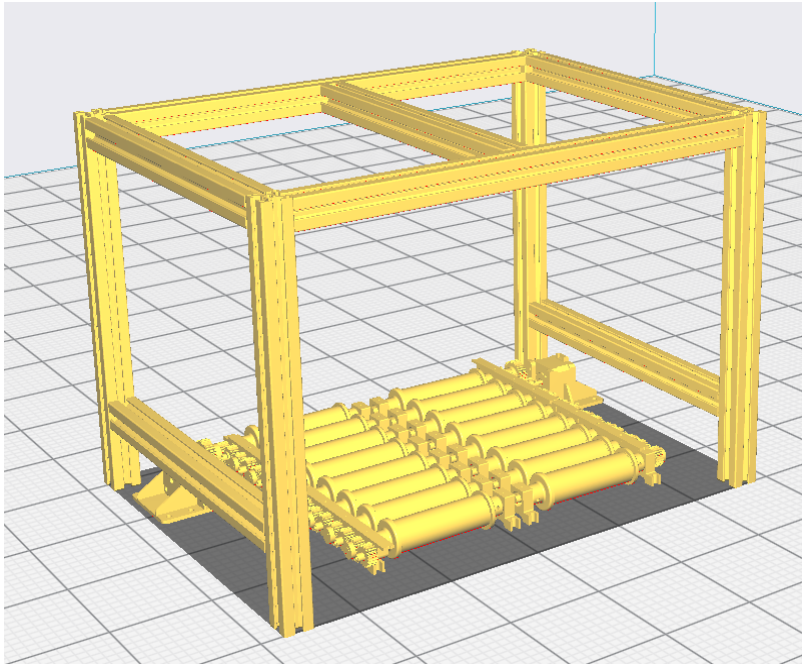
Studi literatur dilakukan dengan membaca , menganalisis dan memahami mengenai YOLO v7. YOLO v7 memiliki banyak perubahan jika dibandingkan YOLO v1. Perubahannya seperti penambahan modul attention dan penambahan small object detection. Untuk Kualitas manggis , variabel ini memiliki faktor yang mempengaruhinya seperti adanya getah kuning dan warna buah manggis.

## Perancangan sistem akuisisi data

Perancangan sistem akuisisi data yang digunakan berupa *Industrial Camera* bertipe MAGNUS 2K Industrial Camera dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Video output interface: HDMI
- Lens interface: C/CS
- Working voltage: 12V
- Working current: 150mA
- Sensing size: 1/2.5"
- Cell size: 3.0um\*3.0um
- Effective pixels: 1920\*1080P
- Sharpness : 1200TVLine
- Frame rate at the highest resolution: 60FPS frame
- Scanning method progressive
- Shutter type : Electronic shutter
- Dynamic range: 60dB

- Signal to noise ratio: 45dB
- focus lens: 2.8 -12 mm lens



### **Pengambilan data citra**

Pengambilan data dilakukan dengan kamera yang telah disediakan. kamera memiliki data yang bersifat RGB. Data yang diperoleh diambil hingga ratusan ribu foto. kamera akan difoto. Cara mengambil fotonya dengan menggantungkan kamera di tengah besi, kemudian buah manggis akan digelinding di bawah rak dan foto beberapa kali.

### **Pengolahan data citra**

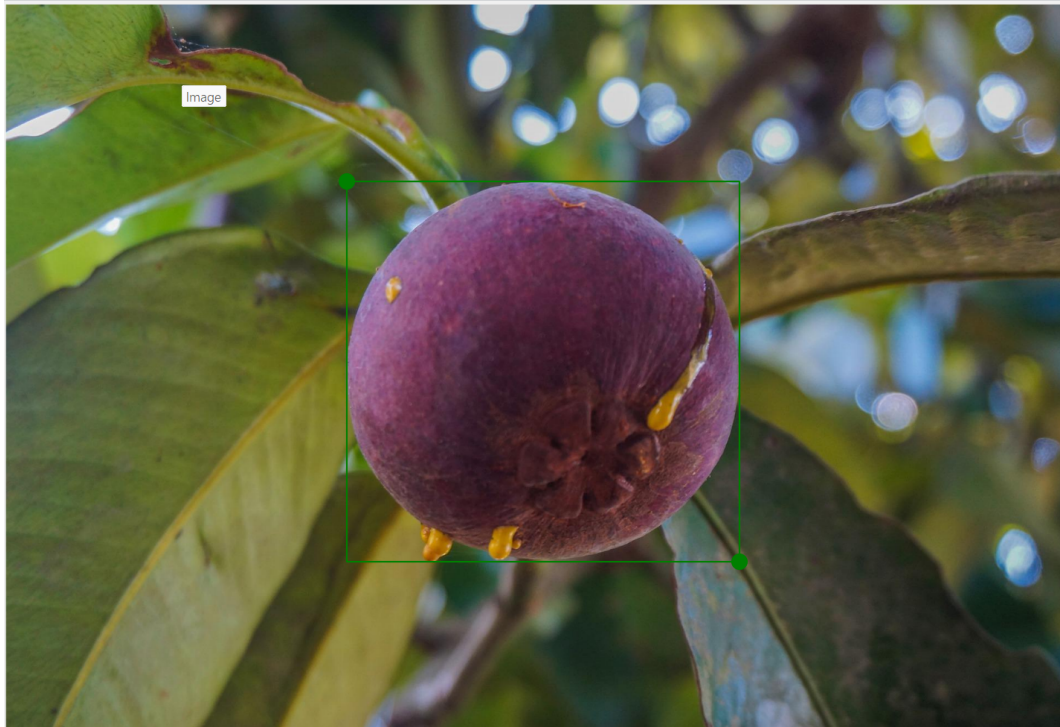
pengolahan datanya adalah sebagai berikut

#### **Preprocessing data**

Preprocessing data dilakukan dengan shearing, translation, dan rotation pada foto buah manggis. Hal ini dilakukan untuk mempermudah modeling ,mengurangi *overfitting* dan meningkatkan akurasi.

#### **Labelling data**

Labelling data dilakukan agar data tersebut memiliki hal untuk diklasifikasi seperti kualitas dan adanya getah kuning pada buah manggis. Aplikasi yang digunakan untuk pelabelan adalah labelme



Buah manggis sudah dilabeli dengan garis hijau.

#### **3.2.4.3 Splitting data**

Splitting data dilakukan dengan melatih data yang sudah diberi label. pastikan data memiliki keseimbangan kelas agar tidak terjadi kesalahan data. Pembagian data dibagi menjadi 70% training , 15% validation , dan 15% test. Pembagian dilakukan secara acak.

#### **3.2.5 Training data**

Model yang diperoleh dari github (*pretrained model*) dan diterapkan dari data yang sudah dilabeli. Modelnya berupa YOLO v7 dengan menggunakan library pytorch. Parameter yang digunakan berupa *nc* (banyak kelas) adalah 80, *depth multiple* adalah 1 , dan *width multiple* adalah 1.

#### **3.2.6 Pengembangan model klasifikasi kualitas manggis**

##### **3.2.6.1 Tuning Hyperparameter**

Parameter yang tuning seperti epochs, batch size, dan learning rate. Hal ini berfungsi untuk meningkatkan akurasi.

#### **3.2.7 Evaluasi model**

Evaluasi model yang dipergunakan adalah dengan mean average precision dan confusion matrix. *Average precision* merupakan hasil dari perhitungan luas dari grafik precision-recall. Nilai dari *Average precision* (AP) tersebut selalu bernilai antara 0 dan 1. *Mean average precision* (mAP) merupakan rata-rata AP dari seluruh kelas atau kategori (Peng 2019). Confusion matriks merupakan matriks yang yang menyilangkan kelas prediksi dan

aktual. Confusion matriks juga bisa menghasilkan beberapa skor seperti akurasi, *recall*, *precision*, F1-score (Markoulidakis *et al.* 2021).

### Lingkungan Pengembangan (atau Peralatan Penelitian)

Perangkat Keras :

- Memory : RAM 8 GB DDR4
- Processor : AMD Ryzen 5 3500U dengan Radeon Vega Mobile Gfx (8 CPU) ~ 2.1 GHz
- GPU : AMD Radeon(TM) Vega 8 Graphics

Perangkat Lunak

- Sistem Operasi : Windows 11
- Bahasa Pemrograman : Python
- Pustaka Tambahan
  - Pytorch
  - Tensorflow
  - Pillow

### JADWAL PENELITIAN

No	Kegiatan	Tahun 2022		Tahun 2023																									
		Desem ber		Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni					
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Studi literatur	■	■																										
2	Perancangan sistem akuisis data	■	■																										
3	Pengambilan data citra		■	■																									
4	Pengolahan data citra			■	■	■	■																						
5	Training data						■	■	■	■																			
6	Tuning hyperparameter							■	■																				
7	Evaluasi model									■	■	■	■																
8	seminar											■	■	■	■														
9	revisi															■	■	■	■										
10	sidang																			■	■	■							



## DAFTAR PUSTAKA

- Ananta AY, Batubulan KS, Wildani ANR. 2019. KLASIFIKASI TINGKATAN MUTU BUAH MANGGIS BERDASARKAN WARNA DAN DIAMETER MENGGUNAKAN METODE K - NEAREST NEIGHBOR. 5:7.
- Arampongsanuwat S, Chaowalit O. 2021. Application of Deep Convolutional Neural Networks for Mangosteen Ripeness Classification. .doi:10.24507/icicel.15.06.649. [diunduh 2022 Okt 6]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.24507/icicel.15.06.649>
- Arifianto AS, Ayuninghemi R, Wildani ANR. 2017. Aplikasi Digital Image Processing untuk Grading Citra Manggis.
- ASEAN stan. 2008. AMAF 30 ASEAN Standard for Mangosteen final.
- Chen J, Liu H, Zhang Y, Zhang D, Ouyang H, Chen X. 2022. A Multiscale Lightweight and Efficient Model Based on YOLOv7: Applied to Citrus Orchard. Plants. 11(23):3260.doi:10.3390/plants11233260.
- Deperiky D. 2018. MODEL SISTEM SUPPLY CHAIN MANGGIS DI KABUPATEN SIJUNJUNG. :10.
- Dewi AL, Wibisono W. 2017. PENINGKATAN NETWORK LIFETIME PADA WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN CLUSTERED SHORTEST GEOPATH ROUTING (C-SGP) PROTOCOL. JTIK. 4(3):148–153.
- Fairtrade International. 2021. FAIRTRADE MINIMUM PRICE AND FAIRTRADE PREMIUM TABLE. Fairtrade International.hlm 55.
- Gondokesumo ME, Pardjianto B, Sumitro SB, Widowati W, Handono K. 2019. Xanthones Analysis and Antioxidant Activity Analysis (Applying ESR) of Six Different Maturity Levels of Mangosteen Rind Extract (*Garcinia mangostana* Linn.). Pharmacogn. J. 11(2):369–373.doi:10.5530/pj.2019.11.56.
- Guo M-H, Xu T-X, Liu J-J, Liu Z-N, Jiang P-T, Mu T-J, Zhang S-H, Martin RR, Cheng M-M, Hu S-M. 2022. Attention Mechanisms in Computer Vision: A Survey. Comput. Vis. Media. 8(3):331–368.doi:10.1007/s41095-022-0271-y.
- Kementan. 2020 Apr 27. Kementerian Pertanian - Ekspor Manggis Indonesia Laris Manis di Tengah Pandemi Covid-19.html. Ekspor Manggis Indones. Laris Manis Teng. Pandemi Covid-19.
- Kementerian perdagangan. 2017. Potensi Ekspor Indonesia Buah Tropis. 7:20.
- Kuspradini H, Rosamah E, Sukaton E, Arung ET, Kusuma IW. 2016. Pengenalan Jenis Getah Gum - Lateks - Resin. Mulawarman University Press.
- Markoulidakis I, Rallis I, Georgoulas I, Kopsiaftis G, Doulamis A, Doulamis N. 2021. Multiclass Confusion Matrix Reduction Method and Its Application on Net Promoter Score Classification Problem. Technologies. 9(4):81.doi:10.3390/technologies9040081.

Muslim LZ, Sutawijaya IGP, Bimantoro F, Majapahit J. 2019. KLASIFIKASI KUALITAS KESEGERAN BUAH SEMANGKA BERDASARKAN FITUR WARNA YCbCr MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS TERBOBOT. 1(2).

Nofitasari L, Peranginangin JM. Aktivitas Antiparkinson Ekstrak Gambir (*Uncaria Gambir Roxb.*) Pada Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*) Galur Sprague Dawley yang Diinduksi Haloperidol Antiparkinsonism Activity Of Gambir Extract (*Uncaria Gambir Roxb.*) In White Male (*Rattus Norvegicus*) Sparague Dawley Rats Induced By Haloperidol. :13.

Peng G. 2019. Performance and Accuracy Analysis in Object Detection. California State University at San Marcos, Computer Science Department.

Putra GNA, Sutrisna IK. 2017. PENGARUH PRODUKSI DAN INFLASI TERHADAP EKSPOR DAN PERTUMBUHAN EKONOMI DI INDONESIA. :30.

Redmon J, Divvala S, Girshick R, Farhadi A. 2016. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. [diunduh 2022 Okt 6]. Tersedia pada: <http://arxiv.org/abs/1506.02640>

Riyadi S, Zuhri A, Hariadi TK, Prabasari I, Utama NA. 2017. Optimized Estimation of Mangosteen Maturity Stage using SVM and Color Features Combination Approach. 12(24):5.

da Silva DQ, dos Santos FN, Filipe V, Sousa AJ, Oliveira PM. 2022. Edge AI-Based Tree Trunk Detection for Forestry Monitoring Robotics. Robotics. 11(6):136.doi:10.3390/robotics11060136.

Sudana O, Bayupati IPA, Yudiana DG. 2020. Classification of Maturity Level of the Mangosteen using the Convolutional Neural Network (CNN) Method. Int. J. Adv. Sci. Technol. 135:37–48.doi:10.33832/ijast.2020.135.04.

Tanari Y. STUDI HUBUNGAN KEJADIAN GETAH KUNING DENGAN KANDUNGAN KALSIUM PADA PERIKARP BUAH MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.). :100.

Tongdee SC, Suwanagul A. 1989. mangis tongdee.pdf.

Upulie Handalage, Lakshini Kuganandamurthy. 2021. Real-Time Object Detection Using YOLO: A Review. .doi:10.13140/RG.2.2.24367.66723. [diunduh 2022 Nov 15]. Tersedia pada: <https://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.24367.66723>

Wang C-Y, Bochkovskiy A, Liao H-YM. 2022. YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors. [diunduh 2022 Okt 6]. Tersedia pada: <http://arxiv.org/abs/2207.02696>

Woo S, Park J, Lee J-Y, Kweon IS. 2018. CBAM: Convolutional Block Attention Module. [diunduh 2022 Des 11]. Tersedia pada: <http://arxiv.org/abs/1807.06521>

Yohannes Y, Pribadi MR, Chandra L. 2020. Klasifikasi Jenis Buah dan Sayuran Menggunakan SVM Dengan Fitur Saliency-HOG dan Color Moments. ELKHA. 12(2):125.doi:10.26418/elkha.v12i2.42160.

Zhang X, Zeng H, Guo S, Zhang L. 2022. Efficient Long-Range Attention Network for Image Super-Resolution. Di dalam: Avidan S, Brostow G, Cissé M, Farinella GM, Hassner T, editor. Computer Vision – ECCV 2022. [internet] Vol. 13677. Cham. Cham: Springer Nature Switzerland. (Lecture Notes in Computer Science). hlm. 649–667. [diunduh 2022 Des 11]. Tersedia pada: [https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-19790-1\\_39](https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-19790-1_39)