



# Klasifikasi Kematangan Tomat Berbasis Citra Digital: Pendekatan Teachable Machine Learning

Ulvi Munawaroh<sup>1\*</sup>, Zaehol Fatah<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Teknologi Informasi, Universitas Ibrahimy, Situbondo

<sup>2</sup> Sistem Informasi, Universitas Ibrahimy, Situbondo

<sup>1\*</sup>[munawarohulvi@gmail.com](mailto:munawarohulvi@gmail.com), <sup>2</sup>[zaeholfatah@gmail.com](mailto:zaeholfatah@gmail.com)

## Abstrak

Tomat (*Solanum Lycopersicum*) memiliki peran penting dalam industri pertanian dan kuliner global, di mana tingkat kematangan buah secara signifikan mempengaruhi kualitas, rasa, dan nilai pasar. Penentuan kematangan yang akurat sangat diperlukan untuk mengurangi kerugian ekonomi yang dialami oleh petani dan distributor. Dengan memanfaatkan *teachable machine*, sebuah platform *machine learning* inovatif dari google, telah dikembangkan model klasifikasi kematangan tomat dalam tiga kategori; mentah, setengah matang dan matang. Proses yang dilakukan mencakup pengumpulan 375 gambar tomat dari berbagai sumber, pra-pemrosesan citra, serta pelabelan data sebelum pelatihan model. Hasilnya menunjukkan akurasi tinggi yang mencapai 98% dengan nilai loss yang rendah, menandakan efektivitas metode yang diterapkan. *Prototipe* yang dihasilkan memungkinkan pengguna untuk melakukan klasifikasi kematangan tomat secara *real-time* melalui *smartphone*, sehingga meningkatkan aksesibilitas teknologi dalam sektor pertanian. Hasil ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kualitas hasil panen, mengurangi kerugian dan mendukung keberlanjutan industri pertanian melalui penerapan teknologi canggih yang lebih objektif dan sistematis.

**Kata Kunci:** Machine Learning, Klasifikasi Citra, Kematangan Tomat, Teachable Machine

## PENDAHULUAN

Tomat (*Solanum Lycopersicum*) adalah salah satu komoditas utama dalam industri pertanian, dikenal karena kandungan nutrisi dan rasa yang bergantung pada tingkat kematangannya. Kematangan tomat tidak hanya memengaruhi rasa dan tekstur, tapi juga kualitas gizi dan daya tarik pasar. Sihombing (2016) menjelaskan bahwa kematangan tomat dapat diidentifikasi melalui perubahan fisiologis yang signifikan, seperti perubahan warna, tekstur dan ukuran buah, yang menjadi indikator utama untuk menilai kesegaran dan kualitas tomat [1]. Proses pematangan yang tepat memastikan tomat memiliki kandungan nutrisi yang optimal, termasuk likopen yang dikenal memiliki sifat antioksidan. Sebaliknya, kematangan yang tidak tepat dapat merugikan petani dan distributor, mengingat dampaknya terhadap kualitas rasa dan daya simpan tomat [2].

Dalam konteks pertanian modern, teknologi pengolahan citra digital memainkan peran penting dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam klasifikasi kematangan buah, menggantikan metode penilaian tradisional yang bergantung pada pengalaman. Pengolahan citra memungkinkan analisis mendalam terhadap karakteristik visual seperti warna, tekstur dan bentuk buah tomat yang menandakan tingkat kematangan [3]. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan *teachable machine*, sebuah platform *machine learning* yang dikembangkan oleh google, yang memungkinkan pengguna untuk melatih model dengan mudah tanpa memerlukan keahlian teknis yang mendalam. Sutoyo & Kurniawan (2020) menyatakan bahwa model berbasis Convolutional Neural Networks (CNN) sangat efektif dalam mengenali pola visual, seperti perbedaan warna dan tekstur pada tomat, untuk menentukan tingkat kematangan [4].

*Teachable machine* menawarkan solusi praktis dengan antarmuka yang ramah pengguna, memungkinkan petani untuk mengklasifikasikan kematangan tomat secara *real-time* melalui citra digital. Model klasifikasi kematangan tomat akan dilatih untuk membedakan tiga kategori; mentah setengah matang dan matang. Penggunaan *machine learning* melalui Teachable Machine diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penentuan waktu panen, mengurangi kerugian dalam rantai pasokan dan membantu petani membuat keputusan yang lebih tepat terkait pengolahan hasil pertanian. Pratama (2019) menambahkan bahwa penerapan *python* dalam *machine learning* dapat lebih mempermudah implementasi model-model prediksi yang kompleks dan lebih cepat dalam sektor pertanian [5].

Dengan memanfaatkan teknologi ini, diharapkan dapat tercipta sistem klasifikasi kematangan tomat yang lebih akurat, cepat, dan mudah diterapkan, memberikan manfaat yang signifikan bagi keberlanjutan dan efisiensi dalam sektor pertanian.

## LANDASAN TEORI

### Kematangan Tomat

Kematangan tomat adalah faktor penting yang memengaruhi kualitas rasa dan nilai pasar. Menurut Sihombing (2016), kematangan tomat dapat diidentifikasi melalui perubahan fisiologis pada buah, termasuk warna, tekstur dan ukuran [1]. Tomat matang memiliki warna merah cerah dan kandungan nutrisi yang lebih tinggi, seperti likopen yang berfungsi sebagai antioksidan. Proses pematangan juga berpengaruh pada rasa, di mana tomat yang dipanen lebih awal cenderung lebih asam dan tidak menarik bagi konsumen. Oleh karena itu, penentuan waktu panen yang tepat sangat penting dalam memastikan kualitas produk. Nurdin (2018) menambahkan bahwa pengendalian kematangan yang tidak tepat dapat memengaruhi tekstur, rasa dan daya simpan buah [2].

### Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah teknik yang mengubah gambar menjadi informasi yang dapat dianalisis secara komputasional. Fatah (2016) menjelaskan bahwa pengolahan citra memungkinkan identifikasi fitur visual, seperti warna dan tekstur, yang menggambarkan karakteristik fisik objek, termasuk tomat [3]. Dalam klasifikasi kematangan tomat, teknik ini dapat mendeteksi perubahan warna dari hijau ke merah menggunakan algoritma pengolahan citra, yang menjadi dasar untuk mengklasifikasikan kematangan dengan akurat. Haris & Ali (2017) menambahkan bahwa algoritma ini juga berguna dalam sistem pengenalan pola, sedangkan Santoso (2018) menyatakan bahwa pengolahan citra memiliki aplikasi yang luas dalam pemantauan kualitas produk pertanian [6][7].

### Machine learning dan klasifikasi Citra

*Machine learning* memungkinkan analisis data secara otomatis, termasuk dalam bidang pertanian. Sutoyo & Kurniawan (2020) menjelaskan bahwa algoritma seperti Convolutional Neural Networks (CNN) efektif dalam klasifikasi citra, terutama untuk mengidentifikasi pola visual yang tidak terlihat oleh mata manusia, seperti warna dan tekstur pada tomat [4]. Klasifikasi citra adalah teknik untuk mengidentifikasi dan mengkategorikan objek dalam gambar, seperti menentukan kematangan tomat. Arifin (2020) mengatakan bahwa pengolahan citra dan pengenalan pola sangat penting dalam aplikasi pertanian untuk menganalisis kualitas produk secara visual, yang memungkinkan deteksi kematangan tomat secara *real-time* [8]. Keunggulan *machine learning* adalah kemampuannya memberikan analisis cepat dan akurat, yang meningkatkan efisiensi dalam rantai pasokan pertanian.

### Teachable Machine

*Teachable machine* adalah platform yang dikembangkan oleh google untuk memudahkan pengguna dalam melatih model *machine learning* tanpa memerlukan latar belakang teknis yang mendalam. Platform ini memungkinkan pengguna untuk meng-upload gambar, merekam suara atau menggunakan pose tubuh untuk melatih model, yang menjadikan lebih mudah diakses, termasuk oleh kalangan non-teknis seperti petani. Menurut Sutoyo & Kurniawan (2020), fitur-fitur sederhana ini menyederhanakan proses pelatihan model *machine learning* [4]. Dalam konteks pelatihan ini, *teachable machine* digunakan untuk membantu petani dalam mengklasifikasikan kematangan tomat secara *real-time*, yang dapat meningkatkan efisiensi dalam penentuan waktu panen serta mengurangi kerugian dalam rantai pasokan pertanian. Hal ini sejalan dengan pendapat Pratama (2019) dan Arifin (2020) yang menyatakan bahwa penerapan *machine learning* dalam sektor pertanian dapat meningkatkan produktifitas dan kualitas hasil pertanian [5][8].

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui serangkaian langkah terstruktur yang dirancang untuk memastikan keakuratan dan kedalaman analisis. Berikut adalah tahapan-tahapan yang diambil dalam proses penelitian ini:

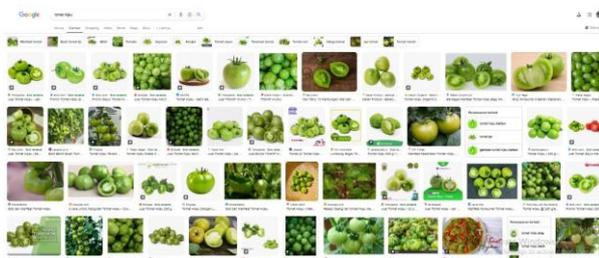
### Gambar 1 Metode Penelitian

1. Pengumpulan data: mengumpulkan citra tomat pada berbagai tingkat kematangan dari platform seperti pinterst dan google images.

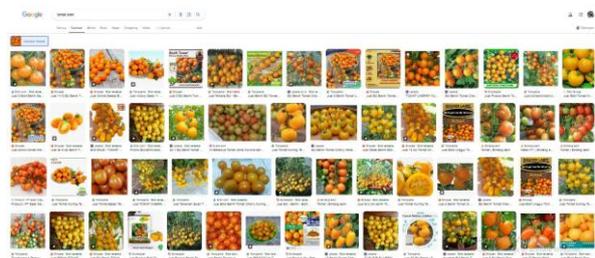
2. Pra-pemrosesan citra: memproses citra dengan mengubah ukuran, normalisasi dan peningkatan kontras untuk meningkatkan kualitas.
3. Pelabelan data: mengklasifikasi citra berdasarkan tingkat kematangan dan memberikan label yang sesuai dengan data latih.
4. Pelatihan model: melatih model *machine learning* di *teachable machine* dengan dataset yang dilabeli dan menyesuaikan parameter untuk mencapai akurasi yang diinginkan.
5. Pengujian model: menguji model dengan citra baru untuk mengevaluasi akurasi dan keandalanya dalam menentukan kematangan buah.
6. Analisis hasil: menganalisis hasil klasifikasi model dengan membandingkan hasil klasifikasi model dengan penilaian ahli dan menghitung metrik seperti akurasi dan presisi.
7. Penerapan sistem: mengembangkan *prototipe* aplikasi berbasis *web* untuk memudahkan pengguna dalam menilai kematangan tomat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

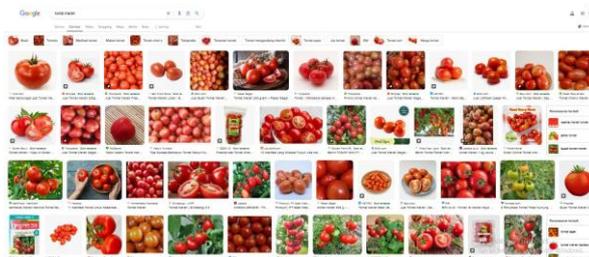
### Pengumpulan Data



Gambar 2 Google Images Tomat Mentah



Gambar 3 Google Images Tomat Setengah Matang



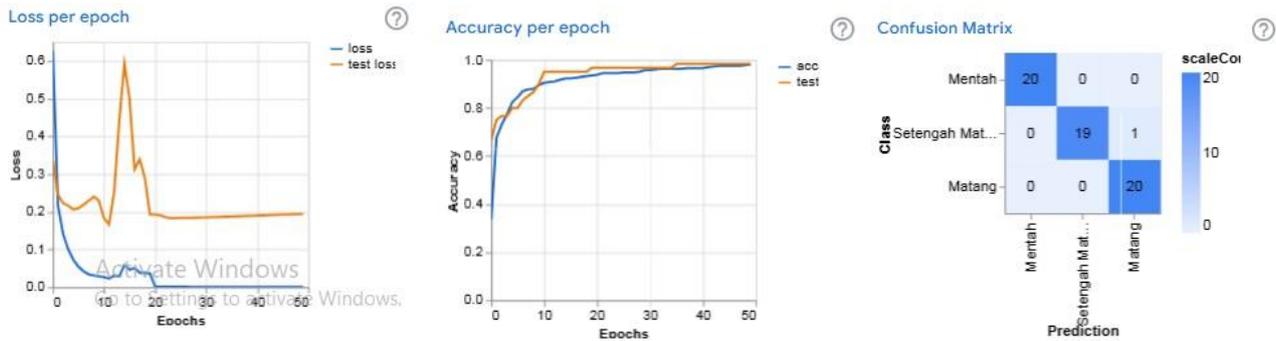
Gambar 4 Google Images Tomat Matang

Data dikumpulkan dengan mengunduh 375 gambar tomat pada berbagai tahap kematangan (mentah, setengah matang, matang) dari pinterst dan google images menggunakan kata kunci tertentu, memastikan variasi yang representatif. Setiap gambar diberi label sesuai tingkat kematangan dan menjalani pra-pemrosesan, termasuk penyesuaian ukuran dan penghapusan gambar yang buram, untuk meningkatkan kualitas dataset. Pendekatan yang sistematis ini kami menciptakan dataset yang beragam dan kaya, yang diharapkan dapat meningkatkan akurasi model *machine learning* dalam mengklasifikasi kematangan tomat, serta memberikan kontribusi signifikan dalam klasifikasi citra di sektor pertanian.

### Pembuatan Model

Pembuatan model klasifikasi kematangan tomat dilakukan dengan *teachable machine* dengan algoritma pembelajaran mesin berbasis *transfer learning* untuk mengenali pola visual dalam 375 gambar tomat yang telah dilabeli. Setelah mengunggah gambar, konfigurasi pelatihan dilakukan dengan pengaturan *default epoch*, *batch size* dan *learning rate*. Proses pelatihan mengoptimalkan parameter model dievaluasi menggunakan set gambar pengujian untuk menilai akurasinya dalam klasifikasi kematangan tomat.

Dalam pengembangan model, konfigurasi optimal ditemukan dengan menggunakan 50 *epoch*, *batch size* 64 dan *learning rate* 0.001. grafik yang dihasilkan menunjukkan bahwa loss pada data pelatihan dan pengujian berada pada tingkat rendah, mengindikasikan efektivitas pembelajaran model. Akurasi model mencapai 98% dengan nilai loss tercatat sebesar 0.006.



Gambar 5 Model Terbaik Klasifikasi Kematangan Tomat

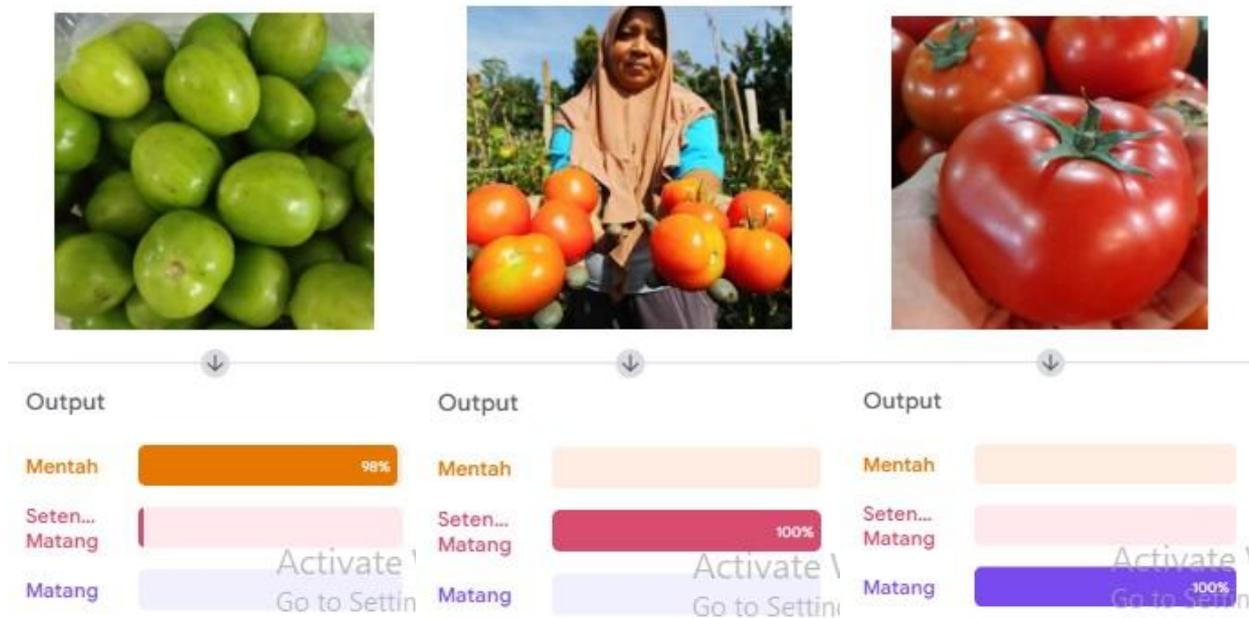
Accuracy per class

CLASS	ACCURACY	# SAMPLES
Mentah	1.00	20
Setengah Matang	0.95	20
Matang	1.00	20

Gambar 6 Akurasi Pada Setiap Kematangan

**Prototipe**

Proses pengembangan *prototipe* model *machine learning* semakin dipermudah dengan adanya fitur export model di *teachable machine*. Beragam opsi yang disediakan, termasuk ekspor ke *tensorflow*, *ml5 js*, *p5 js* dan lainnya, memberikan fleksibilitas bagi pengguna dalam memilih metode yang paling sesuai untuk implementasi model. Pada penelitian ini fitur yang digunakan untuk mengekspor model adalah model *cloud shareable*, karena secara otomatis menghasilkan URL untuk *prototipe* yang telah dikembangkan, sehingga memfasilitasi aksesibilitas yang tinggi. *Prototipe* ini mampu menerima input dari webcam atau melalui unggahan gambar dan dirancang dengan antarmuka yang modern serta responsif. Hal ini memungkinkan pengguna untuk secara langsung memanfaatkan *prototipe* di perangkat *smartphone* dengan menggunakan kamera, sehingga meningkatkan keterjangkauan dan penerapan teknologi dalam konteks praktis.



Gambar 7 Penggunaan Prototipe

### KESIMPULAN

Penerapan *machine learning* dalam mengklasifikasi kematangan tomat berhasil menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam praktik pertanian. Dengan memanfaatkan *teachable machine*, model dikembangkan untuk mengkategorikan tomat kedalam tiga tahap; mentah, setengah matang dan matang, dengan akurasi yang mengesankan sebesar 98%. Proses yang dilakukan mencakup pengumpulan data yang sistematis, pra-pemrosesan, dan pelatihan model, menghasilkan *prototipe* yang dapat diakses melalui *smartphone*. Inovasi ini tidak hanya membantu petani dalam membuat keputusan yang lebih tepat mengenai waktu panen, tetapi juga mengurangi kerugian pasca panen dan meningkatkan kualitas produk. Secara keseluruhan, penerapan teknologi ini menekankan pentingnya integrasi teknologi dalam pertanian, membuka jalan bagi praktik pertanian yang lebih berkelanjutan dan efisien di masa depan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sihombing A., *Pemuliaan Tanaman Hortikultura: Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: Penerbit Buku Kompas, 2016.
- [2] Nurdin, A., *Teknologi Pascapanen: Prinsip dan Aplikasi dalam Pengolahan Buah dan Sayuran*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2018.
- [3] Fatah, A., *Dasar-Dasar Pengolahan Citra Digital*. Jakarta Penerbit Erlangga, 2016.
- [4] Sutoyo, P. & Kurniawan, E., *Pengenalan Machine Learning: Konsep dan Aplikasinya*. Yogyakarta Penerbit Andi, 2020.
- [5] Pratama, H., *Machine Learning: Teori dan Aplikasi dengan Python*. Jakarta: penerbit Elex Media Komputindo, 2019.
- [6] Haris, M. H. & Aji, A. P., *Pengolahan Citra Digital untuk Sistem Pengenalan Pola*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu, 2017.
- [7] Santoso, S., *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya dalam Sistem Pengenalan*. Jakarta: Penerbit Salemba Empat, 2018.
- [8] Arifin, S., *Pengenalan Kecerdasan Buatan dan Machine Learning*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2020.