

# **Sistem Pakar Berbasis Web untuk Klasifikasi Kematangan Kelapa Sawit Menggunakan MobileNetV2**

<sup>1</sup>Muhammad Rafly Kamal Nasution, <sup>2</sup>Arman Ramadhan, <sup>3</sup>Jupron  
<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan

E-mail: <sup>1</sup>[raflykamal99@gmail.com](mailto:raflykamal99@gmail.com), <sup>2</sup>[armanrama82@gmail.com](mailto:armanrama82@gmail.com),  
<sup>3</sup>[dosen02664@unpam.ac.id](mailto:dosen02664@unpam.ac.id)

## **ABSTRAK**

Penilaian kematangan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit di PT Trihar Sentosa Abadi masih dilakukan melalui pengamatan langsung oleh petugas quality control. Cara tersebut dapat menimbulkan perbedaan hasil penilaian karena dipengaruhi oleh pengalaman, ketelitian, serta kondisi kerja di lapangan. Penelitian ini mengembangkan sistem pakar berbasis web untuk membantu mengidentifikasi tingkat kematangan buah kelapa sawit secara otomatis menggunakan model Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur MobileNetV2. Data yang digunakan berjumlah 5.000 citra buah sawit dan dibagi ke dalam lima kategori, yaitu unripe, underripe, ripe, overripe, dan abnormal. Proses pengembangan model dilakukan melalui tahap pelatihan, validasi, dan pengujian. Model yang telah dilatih kemudian diimplementasikan ke dalam aplikasi web menggunakan bahasa pemrograman Python dan framework Flask. Berdasarkan hasil pengujian, model memperoleh akurasi sebesar 85,47% pada data uji. Hasil tersebut menunjukkan bahwa MobileNetV2 mampu mengenali perbedaan visual pada buah sawit, terutama berdasarkan warna, tekstur, dan kondisi permukaan buah. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat membantu proses sortasi menjadi lebih cepat, konsisten, dan objektif sehingga dapat mendukung peningkatan kualitas hasil panen serta mengurangi risiko kesalahan klasifikasi.

Kata kunci: kelapa sawit, MobileNetV2, Convolutional Neural Network, klasifikasi citra, sistem pakar, aplikasi web.

## **ABSTRACT**

The assessment of oil palm fresh fruit bunch (FFB) ripeness at PT Trihar Sentosa Abadi is still performed through direct visual inspection by quality control personnel. This approach may lead to inconsistent results because the assessment depends on individual experience, accuracy, and field conditions. This study develops a web-based expert system to assist in the automatic identification of oil palm ripeness levels using a Convolutional Neural Network (CNN) model with the MobileNetV2 architecture. The dataset consists of 5,000 oil palm fruit images classified into five categories: unripe, underripe, ripe, overripe, and abnormal. The model development process includes training, validation, and testing stages. The trained model is then implemented into a web application using Python and the Flask framework. Based on the testing results, the model achieved an accuracy of 85.47% on the test data. This result indicates that MobileNetV2 can recognize visual differences in oil palm fruit, particularly in from color, texture, and

surface characteristics. The proposed system is expected to support a faster, more consistent, and more objective grading process, thereby helping improve harvest quality and reduce classification errors.

Keywords: oil palm, MobileNetV2, Convolutional Neural Network, image classification, expert system, web application.

## 1. PENDAHULUAN

Proses sortasi tandan buah segar (TBS) kelapa sawit memiliki peran penting dalam menentukan kualitas hasil panen yang diterima oleh pabrik pengolahan. Tingkat kematangan buah menjadi salah satu indikator utama karena berpengaruh terhadap mutu bahan baku, nilai jual, serta potensi penerimaan hasil panen. Kesalahan dalam membedakan buah matang, kurang matang, terlalu matang, atau tidak normal dapat menyebabkan penurunan kualitas dan berisiko menimbulkan kerugian bagi perusahaan.

Pada PT Trihar Sentosa Abadi, pemeriksaan kematangan buah sawit masih dilakukan secara visual oleh petugas quality control. Penilaian biasanya mengacu pada warna, tekstur, dan kondisi permukaan buah. Cara tersebut mudah dilakukan di lapangan, tetapi hasilnya dapat berbeda antarpetugas karena dipengaruhi oleh pengalaman, ketelitian, pencahayaan, serta jumlah buah yang diperiksa. Ketika volume buah cukup banyak, proses penilaian manual juga berpotensi menjadi kurang konsisten.

Kondisi tersebut menunjukkan perlunya alat bantu yang dapat mendukung proses identifikasi kematangan buah secara lebih objektif. Pemanfaatan citra digital dan

kecerdasan buatan dapat membantu membaca pola visual pada buah sawit. Dengan pendekatan ini, proses sortasi tidak hanya bergantung pada pengamatan manusia, tetapi juga didukung oleh hasil prediksi dari model klasifikasi.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk pengenalan citra adalah Convolutional Neural Network (CNN). Metode ini mampu mempelajari pola visual dari gambar melalui proses pelatihan, sehingga dapat digunakan untuk membedakan objek berdasarkan warna, bentuk, tekstur, dan karakteristik permukaannya. Pada bidang pertanian dan perkebunan, CNN telah digunakan dalam berbagai penelitian klasifikasi citra, termasuk identifikasi kematangan buah kelapa sawit dan objek pertanian lainnya (Afandy et al., 2024; Bensaeed et al., 2014; Ibrahim et al., 2018; Rasywir et al., 2020).

Penelitian ini menggunakan arsitektur MobileNetV2 karena model tersebut memiliki karakteristik ringan dan efisien untuk diterapkan pada aplikasi berbasis web. MobileNetV2 dipilih agar proses klasifikasi dapat dilakukan dengan waktu pemrosesan yang relatif cepat tanpa membutuhkan perangkat komputasi yang terlalu besar. Beberapa penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa pendekatan MobileNetV2 dan deep learning dapat memberikan hasil yang

baik pada tugas klasifikasi citra di bidang pertanian maupun di domain lainnya (Hidaya & Jemakmum, 2025; Judijanto, 2026; Malyala, 2024; Nainggolan et al., 2025). Selain itu, penelitian (Oktafanda, 2022) juga menunjukkan bahwa CNN dapat dimanfaatkan dalam klasifikasi kualitas bibit dan komoditas perkebunan berbasis citra digital.

Penelitian ini mengembangkan sistem pakar berbasis web untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah kelapa sawit menggunakan algoritma CNN dengan arsitektur MobileNetV2. Sistem yang dibangun ditujukan untuk membantu petugas quality control dalam proses sortasi agar hasil penilaian menjadi lebih cepat, objektif, dan konsisten. Dengan adanya sistem ini, risiko kesalahan klasifikasi diharapkan dapat dikurangi sehingga kualitas hasil panen dapat lebih terjaga.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem klasifikasi kematangan buah kelapa sawit di PT Trihar Sentosa Abadi dengan memanfaatkan pendekatan kecerdasan buatan. Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu pengumpulan citra buah sawit, penyusunan dataset, praproses data, pelatihan model, penerapan model pada aplikasi web, dan evaluasi performa klasifikasi.

Data utama yang digunakan berupa 5.000 citra buah kelapa sawit. Citra tersebut dikelompokkan ke dalam lima

kategori kematangan, yaitu unripe, underripe, ripe, overripe, dan abnormal. Setiap kategori memiliki 1.000 citra sehingga jumlah data pada setiap kelas tetap seimbang. Data diperoleh dari kombinasi dataset publik dan dokumentasi lapangan yang dikumpulkan di area operasional perusahaan.

Kumpulan citra tersebut kemudian dibagi menjadi tiga subset, yaitu data latih, data validasi, dan data uji. Data latih digunakan untuk membantu model mempelajari pola visual pada citra buah sawit. Data validasi digunakan untuk memantau proses pelatihan, sedangkan data uji digunakan untuk menilai kemampuan model terhadap citra yang tidak digunakan selama proses pelatihan.

Model klasifikasi dibangun menggunakan arsitektur MobileNetV2 sebagai bagian dari metode Convolutional Neural Network (CNN). Sebelum masuk ke tahap pelatihan, citra disesuaikan ke ukuran 224×224 piksel dan dilakukan normalisasi nilai piksel agar sesuai dengan format masukan model. Proses pelatihan dan pengembangan model dilakukan menggunakan TensorFlow dengan bahasa pemrograman Python.

Setelah proses pelatihan selesai, model diterapkan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan framework Flask. Melalui aplikasi tersebut, pengguna dapat mengunggah citra buah kelapa sawit, kemudian sistem menampilkan hasil klasifikasi berdasarkan prediksi model.

Evaluasi dilakukan dengan menggunakan data uji untuk

mengetahui kemampuan model dalam membedakan setiap kategori kematangan buah sawit. Metrik yang digunakan meliputi accuracy, precision, recall, dan F1-score. Selain itu, confusion matrix digunakan untuk melihat sebaran prediksi yang benar dan kesalahan klasifikasi pada masing-masing kategori.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem yang dibuat pada penelitian ini diarahkan untuk membantu proses identifikasi tingkat kematangan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit secara otomatis. Proses pengenalan citra dilakukan menggunakan model Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur MobileNetV2. Model tersebut kemudian diterapkan pada aplikasi berbasis web agar petugas quality control di PT Trihar Sentosa Abadi dapat memperoleh hasil klasifikasi secara lebih praktis.

Data yang digunakan dalam proses pengembangan model berjumlah 5.000 citra buah kelapa sawit. Seluruh citra dibagi ke dalam lima kelas, yaitu unripe, underripe, ripe, overripe, dan abnormal. Jumlah citra pada setiap kelas dibuat sama agar model memperoleh data pembelajaran yang seimbang. Rincian distribusi data ditampilkan pada Tabel 1.

<i>Kategori</i>	<i>Jumlah Citra</i>
Unripe	1000
Underripe	1000
Ripe	1000
Overripe	1000
Abnormal	1000
Total	5000

**Table 1. Distribusi Dataset**

Setelah data dikelompokkan berdasarkan kelas kematangan, dataset dipisahkan menjadi tiga bagian, yaitu training, validation, dan testing. Data training digunakan untuk proses pembelajaran model, data validation digunakan untuk memantau performa selama pelatihan, sedangkan data testing digunakan untuk menguji kemampuan model terhadap citra yang belum pernah dipakai pada tahap pelatihan. Pembagian dataset ditampilkan pada Tabel 2

<i>Dataset</i>	<i>Jumlah</i>
Training	3500
Validation	750
Testing	750
Total	5000

**Table 2. Pembagian Dataset**

#### 3.1 Hasil Pengujian Model

Pengujian dilakukan menggunakan data uji yang tidak dilibatkan pada tahap pelatihan. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kemampuan MobileNetV2 dalam mengenali tingkat kematangan buah kelapa sawit berdasarkan citra yang diberikan. Berdasarkan hasil pengujian, model memperoleh akurasi sebesar 85,47%.

Nilai akurasi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar citra uji dapat dikenali sesuai dengan kategori kematangannya. Informasi visual seperti warna, tekstur, dan kondisi permukaan buah menjadi faktor yang dipelajari oleh model untuk membedakan setiap kelas.

### 3.2 Analisis Hasil Klasifikasi

Berdasarkan hasil klasifikasi, kategori abnormal menjadi kelas dengan performa paling tinggi. Nilai recall pada kategori ini mencapai 99%, sehingga model mampu mengenali sebagian besar citra buah yang berada pada kondisi tidak normal. Hal ini penting karena buah abnormal dapat memengaruhi kualitas hasil panen apabila tidak terdeteksi pada proses sortasi.

Kategori unripe juga memperoleh hasil yang baik dengan nilai precision dan recall sebesar 0,96. Namun, beberapa kesalahan prediksi masih ditemukan pada kategori underripe dan ripe. Kesalahan tersebut dapat terjadi karena kedua kategori memiliki kemiripan tampilan visual, terutama pada perubahan warna dan tekstur buah yang terjadi secara bertahap.

### 3.3 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini masih sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan CNN untuk klasifikasi citra pada bidang pertanian dan perkebunan. Ibrahim et al. (2018) menjelaskan bahwa CNN dapat digunakan untuk mengenali tingkat kematangan tandan buah segar kelapa sawit. Pada penelitian ini, pendekatan yang sama juga mampu mempelajari karakteristik visual buah sawit melalui citra digital.

Penelitian (Malyala, 2024) dan (Nainggolan et al., 2025) juga memperlihatkan bahwa metode deep learning dapat digunakan dalam

proses klasifikasi buah sawit secara otomatis. Perbedaan nilai akurasi pada setiap penelitian dapat dipengaruhi oleh jumlah dataset, kualitas citra, teknik praproses, serta arsitektur model yang digunakan. Dalam penelitian ini, MobileNetV2 dipilih karena memiliki ukuran model yang ringan dan tetap mampu memberikan performa klasifikasi yang baik, sehingga sesuai untuk diterapkan pada aplikasi berbasis web.

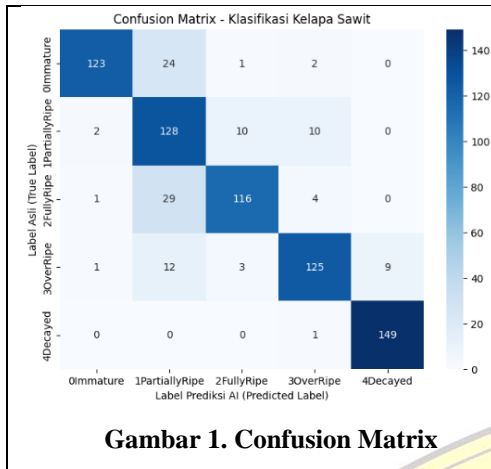
### 3.4 Evaluasi Performa Model

Evaluasi dilakukan dengan menggunakan metrik accuracy, precision, recall, dan F1-score. Metrik tersebut digunakan agar performa model tidak hanya dilihat dari nilai akurasi, tetapi juga dari ketepatan dan kemampuan model dalam mengenali masing-masing kelas. Ringkasan hasil evaluasi ditampilkan pada Tabel 3

<i>Indikator Evaluasi</i>	<i>Hasil Pengujian</i>
Akurasi	85,47%
Presisi	0,96
Recall	0,96
F1-Score	0,96

**Table 3. Hasil Evaluasi Model MobileNetV2**

Berdasarkan Tabel 3, model memperoleh akurasi sebesar 85,47%. Nilai precision, recall, dan F1-score sebesar 0,96 menunjukkan bahwa model memiliki performa yang baik dalam mengelompokkan citra buah kelapa sawit. Precision menggambarkan ketepatan hasil prediksi, sedangkan recall menggambarkan kemampuan model dalam mengenali data yang benar pada setiap kategori.

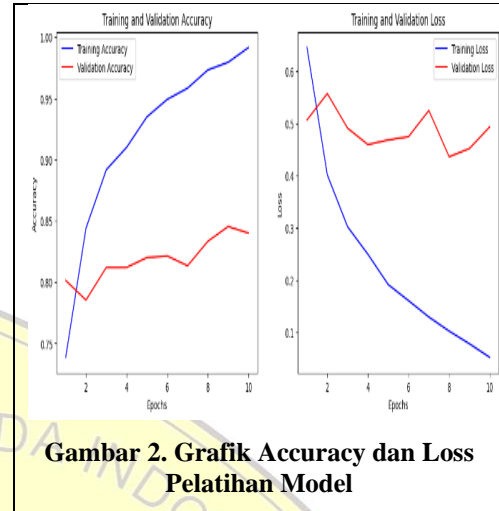


**Gambar 1. Confusion Matrix**

Confusion matrix digunakan untuk melihat pola hasil prediksi pada setiap kategori kematangan buah sawit. Berdasarkan Gambar 1, sebagian besar data uji berhasil diklasifikasikan sesuai dengan kelas sebenarnya. Kesalahan prediksi lebih banyak terjadi pada kategori yang memiliki karakteristik visual berdekatan, terutama underripe dan ripe.

Kesalahan pada kategori underripe dan ripe terjadi karena perubahan warna dan tekstur buah berlangsung secara bertahap. Meskipun demikian, model tetap mampu mengenali pola utama dari masing-masing kategori. Kelas abnormal dan unripe cenderung lebih mudah dikenali karena memiliki ciri

visual yang lebih jelas dibandingkan dengan kategori lainnya.



**Gambar 2. Grafik Accuracy dan Loss Pelatihan Model**

Grafik accuracy dan loss digunakan untuk mengamati perkembangan proses pelatihan model. Berdasarkan Gambar 2, nilai akurasi menunjukkan kecenderungan meningkat, sedangkan nilai loss mengalami penurunan. Pola tersebut menunjukkan bahwa model mampu mempelajari karakteristik dataset secara bertahap selama proses pelatihan.

Pergerakan grafik yang relatif stabil menunjukkan bahwa proses pelatihan berjalan dengan baik. Tidak terlihat perbedaan yang terlalu ekstrem antara performa pelatihan dan validasi, sehingga model memiliki kemampuan generalisasi yang cukup baik terhadap data baru. Kondisi ini mendukung penggunaan MobileNetV2 sebagai model klasifikasi pada sistem pakar berbasis web yang dikembangkan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem berbasis web yang dikembangkan mampu membantu proses identifikasi tingkat kematangan buah kelapa sawit melalui citra digital. Model Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur MobileNetV2 digunakan untuk membedakan buah sawit ke dalam lima kategori, yaitu unripe, underripe, ripe, overripe, dan abnormal.

Pengujian terhadap data uji menghasilkan akurasi sebesar 85,47%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model mampu mengenali pola visual buah sawit dengan cukup baik, terutama dari perbedaan warna, tekstur, dan kondisi permukaan buah. Penerapan model ke dalam aplikasi web juga membuat proses identifikasi dapat dilakukan lebih mudah oleh pengguna.

Sistem ini dapat digunakan sebagai alat bantu bagi petugas quality control di PT Trihar Sentosa Abadi dalam proses sortasi buah kelapa sawit. Dengan dukungan klasifikasi berbasis citra, proses penilaian kematangan buah dapat dilakukan secara lebih konsisten dan tidak hanya bergantung pada pengamatan manual. Untuk penelitian berikutnya, pengembangan dapat dilakukan dengan menambah variasi dataset, memperbaiki kualitas citra, serta membandingkan MobileNetV2 dengan arsitektur deep learning lain agar hasil klasifikasi semakin optimal.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT Trihar Sentosa Abadi atas kesempatan dan dukungan yang diberikan selama proses penelitian. Terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi Teknik Informatika Universitas Pamulang serta pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afandy, I., Ahmad, B. N., & Amartharizqi, M. R. (2024). Klasifikasi Kematangan Sawit Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Dengan Transfer Learning Xception. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Dan Robotika*, 6(2), 88–98. <https://doi.org/10.33005/jifti.v6i2.158>
- Bensaeed, O. M., Shariff, A. M., Mahmud, A. B., Shafri, H., & Alfatni, M. (2014). Oil palm fruit grading using a hyperspectral device and machine learning algorithm. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 20(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/20/1/012017>
- Hidaya, J. R., & Jemakmum. (2025). Implementasi Klasifikasi Citra Berbasis Tensorflow Untuk Mendeteksi Penyakit Tanaman Pada Aplikasi Agroskan. *Jurnal Fasilkom*, 15(1), 124–130.

- Ibrahim, Z., Sabri, N., & Isa, D. (2018). Palm Oil Fresh Fruit Bunch Ripeness Grading Recognition Using Convolutional Neural Network. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 10(3–2), 109–113. <https://doi.org/10.37034/infec.v4i3.143>
- Judijanto, L. (2026). *AI-driven quality control and ripeness classification in the palm oil industry: a systematic review of computer vision and deep learning methods*. 9(1). <https://doi.org/10.15406/oajs.2026.09.00294>
- Malyala, R. (2024). Development of a Convolutional Neural Network Model for Automated Ripeness Classification of Palm Oil Fresh Fruit Bunches. *International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT)*, 9(11), 1040–1046. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/ijisrt24nov762>
- Nainggolan, J., Niska, D. Y., Marpaung, F., Taufik, I., & Saputra, K. S. (2025). Palm Fruit Ripeness Detection System Using Convolutional Neural Network (CNN) Algorithm. *Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications (JAIEA)*, 4(3), 1700–1705. <https://ioinformatic.org/>
- Oktafanda, E. (2022). Klasifikasi Citra Kualitas Bibit dalam Meningkatkan Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 4(3), 72–77. <https://doi.org/10.37034/infec.v4i3.143>
- Rasywir, E., Sinaga, R., & Pratama, Y. (2020). Analisis dan Implementasi Diagnosis Penyakit Sawit dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *Paradigma – Jurnal Informatika Dan Komputer*, 22(2), 117–123. <https://doi.org/10.31294/p.v21i2>