

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu produsen *Crude Palm Oil* (CPO) di dunia atau penghasil minyak kelapa sawit terbesar menurut *United States Department of Agriculture* (USDA) dan Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI) (Ishak et al. 2019). Sebagai negara tropis yang dekat dengan garis khatulistiwa, Indonesia memiliki iklim panas dan lembap yang ideal untuk pertumbuhan kelapa sawit, terutama di daerah bercurah hujan yang konsisten. Berdasarkan data Kementerian Pertanian, 16,38 juta hektar lahan kelapa sawit menghasilkan 46,8 juta ton minyak sawit mentah dan 73,83% dari minyak sawit ini berkontribusi terhadap penjualan produk pertanian ke luar negeri (Situngkir 2022). Hal ini menyebabkan tanaman kelapa sawit menjadi tanaman penting secara global dalam industri pertanian karena menghasilkan minyak nabati yang baik. (Islamiah, Rezeki, and Ivontianti 2021).

Produksi minyak kelapa sawit di dunia berperan penting dalam pembuatan berbagai produk, seperti minyak goreng, sabun, lilin, kosmetik, tinta, dan pasta gigi (Triyogi, Magdalena, and Hidayat 2023). Minyak sawit yang berstandar tinggi dapat dihasilkan jika dipanen dengan kondisi yang matang. Menurut hasil riset Parinduri et al (2023), warna buah kelapa sawit dalam kondisi mentah dan matang bisa dikatakan sama, yakni berwarna hitam gelap atau hitam kekuningan saat masih mentah, serta berubah menjadi merah kehitaman saat telah matang. Oleh karena itu, penentuan tingkat kematangan biasanya dipercayakan kepada tenaga kerja yang berpengalaman dan memiliki keahlian di bidang pertanian.

Namun penilaian ini terkadang kurang akurat karena bergantung pada pengalaman tenaga kerja manusia dan perbedaan standar antar pekerja, serta potensi kesalahan penilaian warna buah yang dapat menghambat efisiensi panen (Kurniawan, Martadinata, and Cahyo 2023). Jika buah dipanen sebelum matang sempurna, maka hasil ekstraksi minyak yang diperoleh menjadi lebih sedikit, sedangkan buah yang lewat matang berisiko mengalami penurunan kualitas (Murgianto et al. 2021). Di Indonesia, permasalahan rendahnya hasil panen dan

tingkat rendemen minyak yang belum optimal masih sering terjadi, khususnya di kalangan petani swadaya (Inhilklik 2018). Kondisi ini menjadi salah satu faktor Pabrik Kelapa Sawit (PKS) menurunkan harga Tandan Buah Segar (TBS), karena ketidaksesuaian tingkat kematangan buah dapat berdampak pada kerugian pabrik (Elaeis 2025). Permasalahan ini menunjukkan perlunya penerapan teknologi yang mampu menentukan tingkat kematangan buah kelapa sawit. Salah satu pendekatan teknologi yang banyak digunakan dalam klasifikasi citra buah kelapa sawit adalah *Convolutional Neural Network* (CNN).

CNN adalah jenis jaringan saraf tiruan yang dirancang khusus untuk mengenali dan memproses data visual seperti gambar. CNN efektif karena mampu menangkap pola lokal dalam gambar dengan memanfaatkan sifat alami gambar, seperti lokalitas piksel dan kestasioneran statistik (Keijsers 2010). Sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian Triyogi, Magdalena, and Hidayat (2023), yang menggunakan CNN dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan buah kelapa sawit menggunakan 300 gambar sebagai dataset dan berhasil mencapai tingkat akurasi yang sangat tinggi dengan arsitektur *MobileNetV*. Di sisi lain, penelitian oleh Han and Yi (2025) mampu mencapai akurasi lebih dari 85% dalam mengklasifikasikan kematangan buah kelapa sawit dengan menerapkan *Transfer Learning*, yakni teknik yang menggunakan model yang sudah dilatih sebelumnya untuk menyelesaikan tugas baru.

Transfer Learning digunakan untuk melatih ulang *base-network* agar dapat mengenali citra dengan cepat dan meningkatkan akurasi dalam mengenali tingkat kematangan buah kelapa sawit (Faturrahman, Hariani, and Hadiyoso 2023). Pada penelitian Triyogi, Magdalena, and Hidayat (2023) juga disebutkan bahwa *MobileNetV2* menghasilkan akurasi uji tertinggi sebesar (98%) dibandingkan *ResNet50* (97,33%) dan *VGG16* (93,33%) dalam mendeteksi kematangan buah kelapa sawit. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Elinda Lusyana Puji Ristanti (2024) yang menunjukkan bahwa *MobileNetV2* berkompeten dengan akurasi 92% dibandingkan *VGG16* yang hanya mencapai 74% dalam klasifikasi penyakit daun tanaman cabai, sehingga memperkuat keunggulan *MobileNetV2* dalam tugas klasifikasi citra pertanian.

Berdasarkan pemaparan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem klasifikasi tingkat kematangan buah kelapa sawit berbasis CNN dengan pendekatan *Transfer Learning* menggunakan arsitektur *MobileNetV2*. Algoritma CNN dipilih karena keahliannya dalam mengenali karakteristik visual seperti bentuk, tekstur, dan warna pada citra secara otomatis, sehingga dapat meningkatkan ketepatan dalam proses klasifikasi (Sushma L 2020).

Melalui aplikasi Android, sistem ini memfasilitasi pengguna dalam mengunggah gambar buah kelapa sawit yang kemudian diklasifikasikan berdasarkan tingkat kematangannya. *Backend* menggunakan *framework Flask*, dan model klasifikasi dijalankan langsung di perangkat pengguna dengan bantuan *TensorFlow Lite*. Dengan penerapan teknologi ini, sistem diharapkan mampu menjadi solusi inovatif yang lebih praktis dan memberikan alternatif dari metode yang selama ini bergantung pada pengamatan visual, pengalaman lapangan, dan persepsi individu, yang dipengaruhi oleh sudut pandang individu dan tidak selalu sama. Selain itu, sistem ini juga dapat membuka peluang pengembangan lebih lanjut menuju penerapan teknologi yang lebih luas di bidang pertanian, khususnya dalam membantu proses pengambilan keputusan panen secara lebih terstandarisasi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana tingkat kematangan buah kelapa sawit dapat diklasifikasikan berdasarkan performa algoritma CNN berbasis *Transfer Learning* dengan model *MobileNetV2*?
- 2) Bagaimana mengimplementasi klasifikasi tingkat kematangan buah kelapa sawit ke dalam platform Android menggunakan algoritma CNN berbasis *Transfer Learning*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam membangun proyek akhir ini adalah :

- 1) Klasifikasi kematangan buah kelapa sawit dibatasi pada tiga kategori, yaitu: mentah (700 gambar), matang (700 gambar), dan lewat matang (700 gambar).

- 2) Dataset diperoleh dari sumber terbuka di internet dan dibagi menjadi data *training* (72%), *validation* (18%), dan *testing* (10%).
- 3) Model klasifikasi yang digunakan adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan pendekatan *Transfer Learning* menggunakan arsitektur *MobileNetV2*.
- 4) Aplikasi berbasis Android menggunakan Kotlin dengan model TensorFlow Lite untuk klasifikasi secara real-time.
- 5) Sistem hanya memproses satu citra (*single image*) dalam satu waktu dan tidak mendukung *multi-angle*.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Proyek akhir ini bertujuan untuk:

- 1) Mengembangkan sistem klasifikasi tingkat kematangan buah kelapa sawit berbasis Android menggunakan algoritma CNN.
- 2) Menerapkan metode *Transfer Learning* dengan arsitektur *MobileNetV2* guna mengevaluasi performa model dalam meningkatkan akurasi klasifikasi.

1.4.2 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari proyek akhir ini adalah:

- 1) Mengetahui implementasi dari *deep learning* menggunakan algoritma CNN.
- 2) Menghasilkan aplikasi berbasis Android untuk mengidentifikasi kematangan buah kelapa sawit.
- 3) Menambah wawasan akademik mengenai penerapan *Transfer Learning* dalam klasifikasi gambar menggunakan arsitektur *MobileNetV2*.
- 4) Menjadi referensi dalam penelitian yang berkaitan dengan klasifikasi gambar menggunakan CNN.
- 5) Memberikan dukungan bagi petani dalam memperkirakan tingkat kematangan buah kelapa sawit menggunakan teknologi sederhana, sebagai pelengkap dalam pengambilan keputusan panen harian.
- 6) Diharapkan mampu menjadi solusi inovatif sebagai alternatif dari metode yang selama ini bergantung pada pengamatan visual dan persepsi individu untuk menuju penerapan teknologi yang lebih luas di bidang pertanian, khususnya dalam mendukung proses pengambilan keputusan panen yang lebih terstandarisasi.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan pada proyek akhir ini adalah :

1) Pembelajaran Literatur

Pada tahap ini dilakukan dengan cara mempelajari buku, makalah, jurnal maupun situs internet yang memberi informasi tentang tingkat kematangan buah kelapa sawit dan melakukan kajian dari penelitian sebelumnya terkait pengolahan citra, CNN, *Transfer Learning*, dan arsitektur *MobileNetV2*.

2) Pengumpulan Dataset

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dataset gambar kelapa sawit yang dikumpulkan dari sumber terbuka seperti Kaggle maupun koleksi pribadi, yang mencakup kategori buah kelapa sawit mentah, matang, dan lewat matang.

3) Pra-pemrosesan Data

Pada tahap ini dataset yang telah terkumpul kemudian diproses melalui teknik augmentasi dan normalisasi agar dapat digunakan dalam pelatihan model CNN dengan arsitektur *MobileNetV2* berbasis *Transfer Learning* untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi komputasi.

4) Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan untuk membangun aplikasi klasifikasi kematangan buah kelapa sawit berbasis Android.

5) Pembuatan Laporan

Pada tahap pembuatan laporan ini mengikuti pedoman penulisan ilmiah yang diatur oleh Politeknik Caltex Riau.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika yang digunakan dalam penulisan laporan proyek akhir ini secara keseluruhan memiliki pembahasan masing-masing bab secara umum sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini berisi penjelasan mengenai latar belakang pembuatan sistem klasifikasi kematangan kelapa sawit berbasis Android menggunakan *Transfer Learning* pada CNN yang didasari masalah seperti perbedaan standar antar pekerja, dan potensi kesalahan yang dapat menurunkan kualitas panen. Pada masalah

tersebut, kemudian dibentuklah perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini menjabarkan beberapa hasil penelitian terdahulu dan landasan teori terkait penerapan metode *Transfer Learning* pada CNN yang diperlukan sebagai pendukung dalam membangun aplikasi proyek akhir. Penjabaran ini bertujuan untuk memberikan dasar konseptual sebagai referensi serta memperkuat relevansi penggunaan metode yang dipilih.

BAB III PERANCANGAN

Bagian ini berisi penjelasan mengenai perancangan sistem informasi berbasis *mobile* untuk klasifikasi tingkat kematangan buah kelapa sawit menggunakan *Transfer Learning* pada CNN. Perancangan ini mencakup diagram alur sistem, arsitektur model yang digunakan, serta tahapan pemrosesan data hingga menghasilkan output klasifikasi.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas proses pengujian sistem yang telah dikembangkan serta analisis terhadap hasil pengujian tersebut. Pengujian sistem dilakukan menggunakan beberapa metode pengujian, kemudian hasilnya dianalisis sesuai dengan tujuan dan kriteria masing-masing metode.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian dan analisis sistem yang telah dilakukan. Selain itu, bab ini juga menyajikan saran-saran yang diharapkan dapat menjadi acuan untuk pengembangan sistem lebih lanjut di masa mendatang.