

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan karena bijinya dijadikan bahan dasar salah satu produk olahan paling populer di dunia, yaitu cokelat [1] dengan estimasi pendapatan global sebesar 14.177 triliun rupiah pada tahun 2021 [2]. Produksi biji kakao di seluruh dunia mencapai angka 5.580.432,37 ton pada tahun yang sama, dimana Indonesia berkontribusi sebagai negara penghasil biji kakao terbesar ketiga dengan angka produksi mencapai 728.046 ton (13%) atau sekitar 18 triliun rupiah [3], tepat setelah Pantai Gading (39%) dan Ghana (15%) [4]. Di Indonesia kakao merupakan salah satu komoditi perkebunan ekspor terbesar ke-4 (2.97%), setelah kelapa sawit (74.48%), karet (10.15%), dan kelapa (4.06%) [5]. Buah kakao sendiri merupakan buah non-klimakterik, artinya kakao tidak mengalami proses pematangan setelah dipetik dari pohon. Oleh karena itu, sangat penting untuk tidak memanen buah kakao yang belum matang sepenuhnya, karena biji di dalamnya tidak akan siap untuk proses fermentasi. Sementara buah yang terlalu matang dapat menghasilkan biji yang terinfeksi jamur, cacat, dan berkualitas rendah. Hanya buah yang telah benar-benar matang yang sesuai untuk mencapai hasil panen optimal dari biji kakao yang berkualitas [6]. Tingkat kematangan buah kakao dapat dilihat dari ciri fisik buah, seperti bentuk, tekstur dan warna [1].

Perkembangan pesat teknologi visi komputer dan pembelajaran mesin memungkinkan proses klasifikasi kematangan secara otomatis melalui aplikasi *mobile*. Salah satu perkembangan metode *deep learning* yang berperan sangat signifikan terhadap tugas ini adalah jaringan saraf konvolusional atau *Convolutional Neural Network* (CNN). Pada umumnya, *deployment* model CNN dilakukan pada *cloud server* atau *server* jarak jauh. Hal ini tentu saja tidak efisien dan sangat memakan biaya jika diterapkan pada lingkungan perkebunan. Kurangnya ketersediaan konektivitas internet berkualitas tinggi di lapangan menghambat penggunaan komputasi jarak jauh atau komputasi *cloud* untuk

mendeteksi kematangan kakao secara langsung, sehingga mendorong komputasi pada perangkat tepi atau *edge devices*. Karena itu dibutuhkan model CNN yang ringan dan efektif tanpa memerlukan sumber daya komputasi yang besar dan dapat berjalan optimal pada perangkat tepi seperti ponsel dan *Internet of Things* (IoT) [7]. Prototipe yang dihasilkan dari penelitian ini kemudian dapat diintegrasikan pada *robotic harvesting drone* sehingga proses klasifikasi citra memiliki latensi relatif rendah, hemat daya komputasi, dan dapat beroperasi tanpa koneksi internet [8].

EfficientNetV2 merupakan keluarga baru CNN yang mengkombinasikan pencarian dan skalasi arsitektur neural yang *training-aware*, untuk mengoptimalkan kecepatan pelatihan dan efisiensi parameter. EfficientNetV2 dilatih dengan jauh lebih cepat daripada model *state of the art* lainnya dengan ukuran 6,8 kali lipat lebih kecil [9].

Klasifikasi tingkat kematangan kakao menggunakan *neural network* sudah pernah dilakukan sebelumnya. Oliveira et al. (2018) mengidentifikasi kematangan kakao menggunakan Inception-ResNet-V2 dengan teknik *transfer learning* menghasilkan tingkat akurasi 90% [8]. Bueno et al. (2020) mengklasifikasi kematangan kakao melalui suara dentuman pada kulit luar buah dengan mengaplikasikan proses *Mel-Frequency Cepstral Coefficient Spectrogram* dan CNN dengan nilai akurasi sebesar 97,46% [6]. Saraga membangun sistem klasifikasi kematangan kakao menggunakan metode propagasi balik CNN pada 50 citra buah kakao dan berhasil mengidentifikasi kakao dengan nilai akurasi 100% pada data kakao terlatih dan 83,3% pada data kakao tidak terlatih [1]. Lopes et al. (2022) membandingkan beberapa algoritma untuk mengidentifikasi varietas dari citra biji kakao. Perbandingan *Deep Computer Vision System* (DCVS) menggunakan ResNet18 dan ResNet50 dengan *Computer Vision System* (CVS) menggunakan *Support Vector Machine* (SVM) dan *Random Forest* (RF). Hasilnya, DCVS (ResNet18) menghasilkan akurasi terbaik 96,82% dibandingkan CVS (SVM) dengan 85,71% [10].

Meskipun memiliki kesamaan tema dan algoritma seperti penelitian sebelumnya, penelitian ini hanya berfokus pada implementasi model

EfficientNetV2 versi *lite* untuk mendeteksi tingkat kematangan kakao melalui rekognisi citra digital pada perangkat dengan daya komputasi terbatas.

Berdasarkan landasan yang telah diuraikan di atas, maka dibuat tema tugas akhir dengan judul **“Implementasi *Transfer Learning* Untuk Klasifikasi Kematangan Kakao Menggunakan EfficientNetV2”**.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan *transfer learning* pada model EfficientNetV2 untuk klasifikasi kematangan kakao pada aplikasi *mobile*?
2. Bagaimana akurasi model EfficientNetV2 untuk klasifikasi kematangan kakao pada aplikasi *mobile*?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui bagaimana mengimplementasikan *transfer learning* pada model EfficientNetV2 untuk klasifikasi kematangan kakao pada aplikasi *mobile*.
2. Mengetahui akurasi model EfficientNetV2 untuk klasifikasi kematangan kakao pada aplikasi *mobile*.

Beberapa manfaat yang didapat dari penelitian ini antara lain:

1. Dapat menginterasikan model EfficientNetV2 *lite* untuk klasifikasi kematangan kakao pada *autonomous system* sumber daya terbatas.
2. Rujukan penelitian tentang implementasi EfficientNetV2 untuk klasifikasi kematangan kakao di masa yang akan datang.

1.4 Batasan Masalah

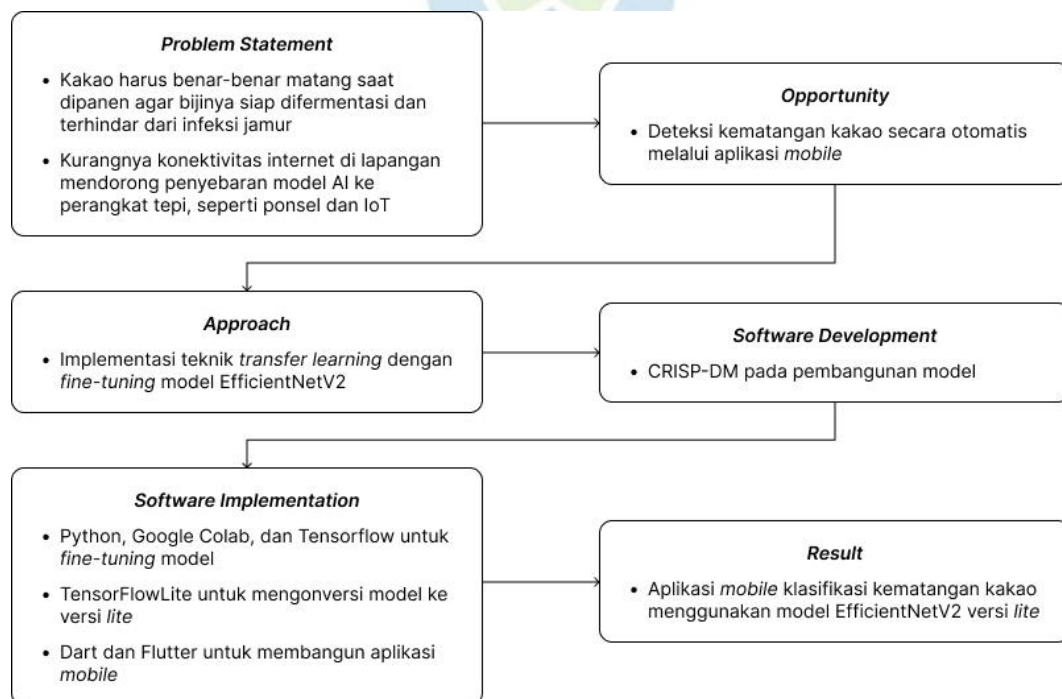
Beberapa batasan yang ditetapkan agar penelitian berjalan sesuai tujuannya:

1. Menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) model EfficientNetV2.

2. Citra kakao hanya terbatas pada 3 varietas: Amelonado, Angoleta, dan Guiana.
3. Dataset diambil dari 2 sumber: dataset sumber terbuka yang dibuat oleh Kacoutchy Jean Ayikpa, dkk [11] dan dataset primer yang diambil di kebun kakao Haji Aca di Kota Sumedang, Jawa Barat.
4. Dataset berjumlah 1529 citra kakao yang dibagi menjadi mentah dan matang.
5. Proses *transfer learning* dengan *fine tuning* model menggunakan Python.
6. Pembangunan aplikasi *mobile* menggunakan bahasa Dart dan *framework* Flutter.
7. Dataset citra kakao memiliki format jpg.
8. Hasil akhir menampilkan klasifikasi varietas dan persentase kematangan kakao.
9. Citra input pada aplikasi *mobile* berformat jpg didapat dari pengambilan kamera atau galeri.

1.5 Kerangka Pemikiran Penelitian

Kerangka pemikiran yang melandasi penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka Pemikiran

1.6 Metodologi penelitian

Penelitian ini menggunakan *Cross-Industry Standard for Data Mining* (CRISP-DM), yaitu model proses *data mining* yang tidak terikat sektor industri dan telah menjadi standar *de facto* pada proyek *data mining* dan *artificial intelligence* [12]. Terdapat 6 fase dalam daur hidup CRISP-DM yang diuraikan sebagai berikut:

A. *Business Understanding*

Objektif utama dalam penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan proses klasifikasi kematangan kakao di perkebunan secara otomatis menggunakan teknologi *deep learning* agar membantu efisiensi proses pemanenan, sehingga dapat memaksimalkan hasil produksi dengan usaha yang minimal.

B. *Data Understanding*

Dataset citra kakao yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan dataset sumber terbuka pada situs data.mendeley.com yang dibuat oleh Kacoutchy Jean Ayikpa, dkk [11] dan data primer yang diambil pada Kebun Kakao Haji Aca di Kotakulon, Kota Sumedang, Jawa Barat. Kakao difoto dengan kamera *smartphone* dan disimpan dengan format jpg dengan resolusi bervariasi. Secara total, didapatkan 1529 citra kakao dengan 2 label kategori yaitu mentah dan matang serta 3 kelompok varietas yaitu Amelonado, Angoleta, dan Guiana.

C. *Data Preparation*

Dalam penelitian ini, dilakukan pembagian dataset menjadi set pelatihan, dan pengujian dengan rasio 90:10 secara berurutan. Kemudian dilakukan *resizing* citra menjadi 240 x 240 piksel dan proses augmentasi citra.

D. *Modeling*

Penelitian ini menggunakan algoritma CNN model *transfer learning* EfficientNetV2 untuk mengklasifikasi varietas dan kematangan citra kakao. Model akan dikonversi menjadi versi *lite* yang dioptimasi untuk beroperasi pada perangkat tepi.

E. *Evaluation*

Tahap ini melibatkan teknik evaluasi terhadap model yang dihasilkan dari tahap sebelumnya. Penelitian ini menggunakan *confusion matrix* untuk

mengevaluasi performa model serta pemantauan penggunaan sumber daya komputasi model saat inferensi sebelum dan sesudah dikonversi ke versi *lite*.

F. *Deployment*

Pada tahap ini model yang telah dievaluasi diterapkan pada lingkungan produksi. Pada penelitian ini, model versi *lite* akan diintegrasikan ke dalam aplikasi *mobile* Flutter.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini disusun ke dalam lima bab berdasarkan format penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, kerangka pemikiran penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab ini membahas mengenai kajian literatur dan landasan teori penelitian, seperti *pre-processing* citra, CNN, klasifikasi, *transfer learning*, dan lain sebagainya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan pemahaman bisnis, pemahaman data, persiapan data, pemodelan, evaluasi dan penyebaran sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan evaluasi dari pengujian algoritma dan sistem yang dibuat dan membahas hasil pengujian dari evaluasi tersebut.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan penelitian dan saran untuk pengembangan penelitian yang akan datang dengan topik serupa.