

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah sampah terus meningkat di Indonesia dan seluruh dunia, seiring dengan pertumbuhan penduduk dan konsumsi masyarakat (Leonardo *et al.*, 2020). Bank Dunia mencatat hampir 4 miliar ton sampah dihasilkan setiap tahun, dan jumlah ini diperkirakan meningkat 70% pada tahun 2025 (Adedeji & Wang, 2019). Di Indonesia, menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), pada tahun 2022 tercatat 35,9 juta ton sampah, meningkat dari 29,5 juta ton pada tahun 2021.

Peningkatan volume sampah tidak hanya berdampak pada lingkungan, tetapi juga dapat menyebabkan masalah serius terhadap kesehatan manusia dan ekonomi. Masalah kesehatan manusia yang disebabkan oleh sampah tidak hanya terbatas pada kesehatan fisik, tetapi juga dapat mempengaruhi kesehatan mental seperti stres, kecemasan, dan masalah psikologis lainnya. Jika masalah ini tidak ditangani dengan serius, dampak dari permasalahan sampah akan semakin parah bagi lingkungan dan masyarakat (Kahfi, 2017).

Salah satu langkah penting dalam pengelolaan sampah adalah pemilahan berdasarkan jenisnya, yaitu organik dan anorganik. Sampah organik meliputi sisa makanan dan bahan-bahan alami lainnya, sementara sampah anorganik mencakup plastik, kertas, logam, dan kaca. Pemilahan sampah dapat mengurangi dampak negatif, seperti emisi gas rumah kaca dan penghematan sumber daya alam. Namun, pemilahan

sampah di Indonesia menghadapi tantangan, termasuk keterbatasan infrastruktur, biaya operasional yang tinggi, dan kurangnya kesadaran masyarakat (Fantara *et al.*, 2018).

Dengan adanya kemajuan teknologi pada saat ini dapat memberikan kemudahan dalam menunjang aktivitas manusia. Salah satu contohnya adalah penggunaan *image processing* atau pengolahan citra. Pengolahan citra adalah proses mengubah citra menjadi data yang dapat diproses oleh komputer. Pengolahan citra digital dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti meningkatkan kualitas citra, mendeteksi objek, mengenali pola, mengukur dimensi, dan lain-lain (Valente *et al.*, 2023). *Deep learning* adalah salah satu metode pengolahan citra yang dapat mempelajari fitur-fitur penting dari citra secara otomatis dan menangani citra dengan resolusi tinggi, variasi cahaya, dan kompleksitas objek. Salah satu algoritma *Deep learning* yang populer untuk pengolahan citra adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN adalah salah satu jenis *Deep learning* yang dapat digunakan untuk pengolahan citra dengan cara mempelajari fitur-fitur penting dari citra tersebut (Indolia *et al.*, 2018).

Penelitian mengenai klasifikasi sampah dengan CNN sudah pernah dilakukan sebelumnya oleh penelitian (Adedeji & Wang, 2019) yang berjudul “*Intelligent Waste Classification System Using Deep Learning Convolutional Neural Network*”. Menggunakan *dataset* yang diperoleh dari Gary Thung dan Mindy Yang, penelitian ini memanfaatkan model *Convolutional Neural Network* (CNN) *ResNet-50* dan *Support Vector Machine* (SVM) untuk mengategorikan sampah ke dalam berbagai jenis seperti kaca, kardus, logam, plastik, dan lain-lain. Sejumlah 1989 gambar digunakan dalam penelitian ini, yang telah dikelompokkan menjadi empat kelas: kaca, logam, kertas, dan

plastik. *Dataset* tersebut dibagi menjadi dua bagian, di mana 80% digunakan sebagai data pelatihan dan 20% sebagai data pengujian. Fitur yang diekstraksi kemudian diklasifikasikan menggunakan *multi-class SVM*. Hasil proses pelatihan mendapatkan akurasi sebesar 87% untuk klasifikasi citra sampah.

Selanjutnya penelitian terdahulu terkait klasifikasi citra digital dengan menggunakan arsitektur InceptionV3 pernah dilakukan oleh (C. Wang *et al.*, 2019) berjudul “*Pulmonary Image Classification Based on Inception-v3 Transfer Learning Model*”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengklasifikasikan citra paru-paru menjadi normal atau abnormal dengan menggunakan metode *transfer learning* dan model InceptionV3. Alasan penelitian ini dilakukan adalah untuk mendeteksi penyakit paru-paru secara dini dan akurat dengan menggunakan citra *X-ray*, yang merupakan metode yang murah, mudah, dan cepat. Penelitian ini juga ingin memanfaatkan model pembelajaran mesin yang telah dilatih sebelumnya untuk mengurangi waktu dan biaya pelatihan. *Dataset* yang digunakan berisi 8000 citra *X-ray* paru-paru dengan dua kelas, yaitu normal dan abnormal. Hasil penelitian ini yaitu model yang dibuat dapat mengklasifikasikan citra paru-paru dengan *sensitivity* sebesar 95,41% dan *specificity* sebesar 80,09%.

Penelitian selanjutnya yaitu yang dilakukan oleh (Patel & Modi, 2023) berjudul “*Indian Food Image Classification and Recognition with Transfer Learning Technique using MobileNetV3 and Data Augmentation*”. Penelitian ini mengklasifikasikan dan mengenali gambar makanan India menggunakan teknik *transfer learning* dengan MobileNetV3 dan augmentasi data. Penelitian ini dilatarbelakangi semakin pentingnya pengenalan gambar makanan untuk berbagai aplikasi, seperti pelacakan pola makan,

estimasi kalori, dan pelestarian budaya. Namun, tantangannya terletak pada terbatasnya ketersediaan kumpulan data makanan India, tingginya kompleksitas dan kompleksitas masakan India, dan rendahnya kinerja model yang ada. Dataset yang digunakan berjumlah 3200 gambar dari 16 kelas makanan India, yang dikumpulkan dari berbagai sumber. Penelitian ini menggunakan MobileNetV3, model CNN yang ringan dan cepat, untuk mengekstrak fitur dari gambar, dan kemudian menggunakan *multilayer perceptron* (MLP) untuk mengklasifikasikan gambar berdasarkan fiturnya. Penulis menerapkan teknik augmentasi data, seperti rotasi, *zoom*, geser, dan rotasi, untuk meningkatkan ukuran dan keragaman kumpulan data. Hasilnya adalah model yang diusulkan mencapai akurasi 95,3% dalam klasifikasi gambar makanan India.

Penelitian yang dilakukan oleh (Zhang *et al.*, 2021) yang berjudul “*Waste Image Classification Based on Transfer Learning and Convolutional Neural Network*” meneliti tentang klasifikasi sampah berdasarkan *deep learning* dan *transfer learning* menggunakan model DenseNet169. Motivasi penelitian ini adalah peningkatan pesat produksi sampah domestik dan rendahnya efisiensi dan akurasi teknologi klasifikasi sampah tradisional, yang menimbulkan tantangan bagi pembangunan berkelanjutan. Penelitian ini menggunakan kumpulan data gambar sampah disebut NWNNU-TRASH. *Transfer learning* diterapkan untuk mengadaptasi model ke kumpulan data baru dan meningkatkan kinerjanya. Hasilnya adalah model DenseNet169 mencapai akurasi lebih dari 82% dalam klasifikasi limbah..

Berdasarkan keempat penelitian tersebut, setiap model arsitektur memiliki karakteristik unik dalam proses komputasi dan akurasi hasilnya. Skripsi ini bertujuan mengidentifikasi model terbaik untuk klasifikasi jenis sampah, yang diharapkan dapat

berkontribusi dalam penanganan masalah sampah serta mendorong penerapan teknologi untuk solusi berkelanjutan dalam pengelolaan sampah di Indonesia. Skripsi ini membandingkan model arsitektur CNN seperti DenseNet169, ResNet50, InceptionV3, dan MobileNetV3 untuk menentukan tingkat akurasi masing-masing model dalam mengklasifikasikan citra sampah. Model dengan akurasi terbaik akan diterapkan dalam aplikasi Android yang memberikan rekomendasi pengolahan sampah sesuai jenisnya. Dengan demikian, solusi inovatif dapat diciptakan untuk mengatasi peningkatan volume sampah, berfokus pada klasifikasi jenis sampah menggunakan teknologi *Deep Learning*.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut ini adalah rumusan masalah yang diangkat dalam skripsi ini berdasarkan latar belakang sebelumnya:

1. Bagaimana perbandingan tingkat akurasi dari model arsitektur DenseNet169, ResNet50, InceptionV3, dan MobileNetV3 menggunakan *Convolutional Neural Network* untuk klasifikasi jenis sampah?
2. Bagaimana menerapkan dan mengimplementasikan hasil model arsitektur terbaik CNN ke dalam aplikasi?

1.3 Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah yang dibahas dalam skripsi ini:

1. Data yang digunakan adalah *dataset* yang didapatkan dari sumber data sekunder (data yang tidak diambil secara langsung) dari laman Github dan Kaggle.
2. Data sampah yang digunakan merupakan data yang sudah dipilah berdasarkan jenisnya

3. Terdapat 6 kategori jenis sampah dari *dataset* yaitu organik, kardus, kaca, logam, kertas, dan plastik.
4. Metode *Deep learning* yang digunakan yaitu *Convolutional Neural Network*.
5. Model CNN yang digunakan adalah DenseNet169, ResNet50, InceptionV3, MobileNetV3 *Large*.
6. Sistem aplikasi hanya dibuat untuk *platform* Android menggunakan bahasa pemrograman Kotlin.
7. Gambar yang dimasukkan pada aplikasi maksimal hanya terdiri dari satu jenis sampah.

1.4 Tujuan Skripsi

Pada skripsi ini, tujuan yang ingin dicapai dengan berdasarkan pada rumusan masalah tersebut adalah:

1. Membandingkan tingkat akurasi dari model arsitektur DenseNet169, ResNet50, InceptionV3, dan MobileNetV3 menggunakan *Convolutional Neural Network* untuk klasifikasi jenis sampah.
2. Menerapkan dan mengimplementasikan hasil model arsitektur terbaik CNN ke dalam aplikasi.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini dibutuhkan dalam penulisan skripsi skripsi agar laporan skripsi yang dilakukan tidak menyimpang dan juga menjadi salah satu ajuan dalam mencapai tujuan penulisan skripsi seperti yang diharapkan. Berikut ini merupakan langkah dalam proses penyusunan skripsi:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan gambaran umum tentang skripsi yang akan dilakukan, termasuk latar belakang skripsi, rumusan masalah yang akan dipecahkan, tujuan skripsi, dan sistematika penulisan yang akan digunakan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan berisi pengertian umum maupun khusus sebagai dasar teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas, kemudian metode, dan alat yang digunakan dalam skripsi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini nantinya akan berisi langkah tahapan dalam skripsi yang dilakukan dengan membahas tentang identifikasi masalah, studi literatur, metode pengumpulan data, dan analisis kebutuhan pengguna.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penerapan dari metode yang telah dibuat dan evaluasi dari hasil skripsi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini terdapat kesimpulan dari skripsi yang telah dilakukan serta memberikan saran untuk mengembangkan skripsi selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Bab ini memuat kajian teori dan referensi yang digunakan sebagai sumber literasi untuk menjadi acuan dalam penyusunan laporan skripsi.

LAMPIRAN

Bab ini mencakup dokumentasi terkait skripsi yang dilakukan, yang berfungsi sebagai bukti pendukung dalam penyusunan laporan skripsi.