

Bab 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan limbah yang dihasilkan dari produk atau barang yang tidak lama digunakan dan tidak lagi memiliki nilai fungsional (Syahrul, 2022). Sampah dapat dibagi menjadi kategori berdasarkan sifatnya, yakni organik atau anorganik. Sampah basah dapat dijelaskan sebagai sampah organik karena memiliki sifat yang berasal dari makhluk hidup. Contoh sampah organik berupa dedaunan, kotoran hewan, kayu, dan sampah dapur. Sampah organik juga disebut sampah degradable karena mereka dapat terurai secara alami tanpa bantuan manusia. Tidak seperti sampah anorganik, yang merupakan sampah kering yang sulit untuk diuraikan dan tidak dapat diuraikan. Sampah anorganik dapat berupa plastik, karet, kaca, dan logam (Lestari, 2020).

Pengolahan sampah di Indonesia masih menjadi masalah besar karena jumlah sampah yang diproduksi setiap harinya sebesar 65 juta ton dan sebagian besar dari itu mengotori lingkungan dan ekosistem (Mughtar, 2022). Permasalahan tersebut disebabkan oleh banyaknya masyarakat yang membuang sampah tidak pada tempatnya, serta masih kesulitan dalam memilah sampah organik dan anorganik (Reynaldi, 2022).

Sebagai hasil dari wawancara yang dilakukan dengan Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK), pengelolaan sampah di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) menghadapi sejumlah masalah (Latifah, 2020). Salah satunya ketika sampah dipisahkan secara manual, para pengurus TPST sering terkena benda tajam seperti paku, beling, tusuk sate, dan lainnya. Hal ini menyebabkan gatal-gatal dan penyakit kulit lainnya, mengancam kesehatan dan keselamatan petugas TPST.

Proses untuk memilah sampah organik dan anorganik menjadi kendala untuk masyarakat karena kegiatan memilah sampah akan memakan waktu lama dan tidak sebanding dengan percepatan pertumbuhan sampah. Agar pemilahan sampah menjadi lebih efisien, diperlukannya suatu pengembangan mesin yang dapat mengklasifikasikan sampah berdasarkan jenisnya (Sunardi, 2022).

Pengklasifikasian sampah dapat dibangun menggunakan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) yang saat ini mulai diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari. AI memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang kompleks. Popularitas dari teknologi pembelajaran mesin juga mengalami peningkatan seiring dengan popularitas metode *machine learning* yakni *Convolutional neural networks* (CNN) (Dacipta, 2022).

Machine learning (ML) merupakan cabang dari *Artificial Intelligence* (AI) yang mengeksplorasi bagaimana komputer dapat belajar dari data. AI memiliki pengertian yang sangat luas, namun secara umum dapat dipahami sebagai komputer yang memiliki kecerdasan layaknya manusia. ML memiliki arti yang

lebih spesifik yaitu menggunakan metode statistika untuk membuat komputer dapat mempelajari pola dari data tanpa perlu diprogram secara eksplisit. Lebih lanjut, *Deep Learning* yaitu cabang dari *Machine learning* yang mengeksplorasi algoritma jaringan syaraf tiruan yang dapat belajar dan beradaptasi terhadap sejumlah besar data. Algoritma jaringan syaraf tiruan pada *Deep Learning* terinspirasi dari struktur otak manusia, sehingga memungkinkan mesin untuk melihat pola dari data yang tidak terstruktur atau data yang fiturnya tidak dapat ditentukan secara langsung, contohnya data gambar, teks, audio, dan video (Géron, A. 2017).

Metode yang paling populer dalam melakukan pengolahan citra dan pengenalan objek adalah CNN. Metode ini digunakan untuk memproses data gambar dengan menggunakan informasi dari proses yang dieksekusi untuk membangun jaringan yang akan digunakan (Dacipta, 2022).

Cara kerja dari metode CNN yaitu dengan menerima *input* berupa citra. *Input* citra kemudian dilatih melalui beberapa lapisan seperti *Softmax*, sehingga menghasilkan *output* yang dapat mengenali objek dalam input citra. CNN terdiri dari *neuron* yang memiliki bobot, bias, dan fungsi aktivitas. Berbeda dengan jaringan syaraf biasa hanya dapat berisi skala panjang dan lebar. Namun, model CNN dapat memuat semua informasi dari seluruh skala yang dapat digunakan untuk mengklasifikasi berbagai objek (Ramadhani, 2020).

CNN terdiri dari beberapa lapisan dan sering digunakan untuk pemrosesan gambar dan deteksi objek. Pendekatan *Deep Learning* mengkategorikan data

menjadi dua sesi, yaitu sesi *Training* dan sesi *Testing*. Pada sesi *Training*, algoritma akan mempelajari bagaimana cara mengekstrak karakteristik dari setiap data sehingga satu label atau gambar dapat dibedakan dari yang lain. Pada sesi *Testing*, data yang diuji dapat dianalisis dari hasil *Training*. Oleh karena itu, diperlukan metode *Deep Learning* untuk menganalisis dataset berupa gambar jenis sampah organik dan anorganik.

Salah satu komponen arsitektur model CNN yaitu *Inception-v3*. Ketika dilatih pada dataset *ImageNet*, model ini mencapai 3,46% dalam hal "top-5 dalam *error fate*", menjadikannya salah satu model yang paling akurat dalam klasifikasi gambar. Tim *Google Brain* pertama kali membuat model ini untuk digunakan dalam beberapa aplikasi, seperti identifikasi objek dan area lainnya melalui proses *transfer learning* (Meena, 2023).

ImageNet di *Large Scale Visual Recognition Challenge* (ILSVRC) pada tahun 2015, *Residual Network* (*ResNet*) disarankan sebagai arsitektur CNN terbaik karena memungkinkan pelatihan jaringan dengan lebih dari 1000 lapisan. Dalam klasifikasi dengan dataset *ImageNet*, *Residual Network* yang sangat dalam menunjukkan kinerja yang luar biasa. Jika dibandingkan dengan jaringan VGG. *ResNet-152* jaringan yang paling dalam pada *ImageNet* memiliki kompleksitas yang lebih rendah dibandingkan dengan jaringan VGG (He , 2016).

Pada tahun 2019, tim *Google* mengusulkan model *MobileNet-V3*. Modul SE (*Squeeze and Excitation*) memberikan bobot pada setiap saluran selama pelatihan, sehingga model secara keseluruhan menekankan fitur dengan bobot yang lebih

tinggi dan menekankan fitur yang tidak penting. Selain itu, *MobileNetV3* memiliki fitur aktivasi baru yang disebut *Hard-swish*, yang membuatnya ramah terhadap proses kuantisasi dan tidak memerlukan banyak daya komputasi (Si, 2023).

Penelitian mengenai klasifikasi jenis sampah organik dan anorganik bukanlah hal yang baru, seperti yang dilakukan oleh Girsang (2023) dalam penelitian berjudul "*Performance Comparison between VGG16 and Inception V3 for Organic Waste and Recyclable Waste Classification*". Tujuan untuk membandingkan kedua algoritma untuk menentukan mana yang lebih baik untuk klasifikasi sampah organik dan anorganik.

Kombinasi penanggulangan masalah lingkungan dan kemajuan teknologi baru, *Deep Learning*, untuk menyelesaikan masalah sampah organik dan anorganik. Menggunakan metode *Convolutional neural network* dengan arsitektur *InceptionV3*, *ResNet-152*, dan *MobileNetV3* untuk *pre-Train* model. Dataset ini terdiri dari dua sumber: dataset *Waste Images* (WID), yang memiliki enam kelas, dan dataset *Waste Classification Data* (WCD), yang memiliki dua kelas. Untuk mencapai akurasi yang terbaik, proses *pre-Train* model juga melibatkan *transfer learning* dan peningkatan data.

Kesuksesan dari proses identifikasi jenis sampah organik dan anorganik merupakan sebuah awal untuk implementasi pada tempat pemilahan sampah, seperti dalam pengembangan otomatisasi proses pemilahan sampah organik dan anorganik, sehingga sampah tersebut dapat dipisahkan berdasarkan jenisnya dan kemudian dikelola dan dilakukan proses daur ulang.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan paparan masalah yang diberikan, selanjutnya akan didapati beberapa permasalahan dalam penelitian ini, yaitu:

- a. Otomatisasi pemilahan sampah organik dan anorganik diperlukan, karena volume peningkatan sampah yang tinggi dan permasalahan kesehatan dan keselamatan petugas dalam pemilahan sampah secara manual.
- b. Cara meningkatkan akurasi dalam mengklasifikasikan citra jenis sampah organik dan anorganik menggunakan *machine learning* dengan menerapkan metode untuk pemilahan sampah otomatis..

1.3 Ruang Lingkup

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan maka diberikan batasan masalah yaitu:

- a. *Dataset* sampah organik dan anorganik berasal dari kaggle “*Waste Classification Data (WCD)*” yang memiliki 2 kelas, dan dataset “*Waste Images (WID)*” yang memiliki 9 kelas.
- b. Dalam penelitian ini akan mengklasifikasi sampah organik dan anorganik berdasarkan pendekatan *Deep Learning*, yakni dengan metode *Convolutional neural network (CNN)*.
- c. Arsitektur CNN yang digunakan Model *InceptionV3*, *ResNet-152*, *MobileNetV3*.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan ruang lingkup yang telah diuraikan, rumusan masalah yang didapat adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana klasifikasi sampah organik dan anorganik, menggunakan pendekatan *Deep Learning* dengan metode *Convolutional neural network*(CNN)?
- b. Bagaimana akurasi dari *pre-Train* model untuk identifikasi jenis sampah organik dan anorganik?
- c. Apakah model CNN yang diusulkan dapat meningkatkan akurasi?

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini hendak mencapai beberapa tujuan diantaranya :

- a. Untuk mengklasifikasi jenis sampah organik dan anorganik, menggunakan metode *Convolutional neural network* dengan arsitektur *InceptionV3*, *ResNet152*, dan *MobileNetV3*.
- b. Menemukan hasil perhitungan akurasi model untuk membedakan sampah organik dan anorganik.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini hendak mencapai beberapa manfaat penelitian diantaranya:

- a. Bagi *developer*, hasil penelitian ini nantinya diharapkan dapat membantu mempermudah dalam pengembangan perangkat pemilah sampah organik dan anorganik.
- b. Penelitian ini diharapkan dapat membantu memahami arsitektur *Convolutional Neural Network InceptionV3, ResNet152, dan MobileNetV3* dalam sistem klasifikasi sampah.