

1. Pendahuluan

Sampah adalah suatu buangan atau sisa dari satu hal yang sudah tidak layak lagi untuk digunakan. Pada dasarnya, jenis sampah dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu sampah organik dan sampah anorganik [1]. Pengelolaan sampah merupakan salah satu aspek penting dalam menjaga kualitas lingkungan. Namun, di Indonesia, pengelolaan sampah masih menjadi permasalahan yang kompleks. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan (KLHK), pada tahun 2022, jumlah sampah yang dihasilkan dari 202 kab/kota se Indonesia mencapai 21.1 juta ton. Dari jumlah tersebut, hanya sekitar 65,71% (13.9 juta ton) dapat diolah, sedangkan sisanya 34,29% (7,2 juta ton) belum terkelola dengan baik dan langsung dibuang ke tempat pembuangan akhir [2]. Sementara itu berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), pada tahun 2022, jumlah timbulan sampah yang dihasilkan Kota Surabaya pada sampah harian rata-rata mencapai 1.783 ton dan pada sampah tahunan mencapai 651.000 ton [3]. Pengelolaan sampah di Indonesia masih didominasi oleh metode kumpul, angkut, dan buang (KAB). Metode ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain kurang efektif dalam menangani sampah yang tercampur, tidak efisien dalam hal pengumpulan, pengolahan, dan pengelolaan sampah, serta tidak berkelanjutan dalam jangka panjang, dikarenakan sampah perlu dipilah berdasarkan jenisnya di Bank Sampah yang memakan waktu yang tidak sedikit. Gatot Hendrarto, Sekretaris Deputi Bidang Revolusi Mental menegaskan “Pola tradisional pengelolaan sampah : kumpul - buang - angkut harus ditinggalkan dan mulai mengubah perilaku dimulai dengan upaya pilah pilih sampah di rumah hingga gaya hidup 3R (*reduce, reuse, recycle*),” maka dari itu diperlukan perubahan dalam metode pengolahan sampah yaitu Kumpul-Pilah-Angkut Buang (KPAB) [4].

Saat ini khususnya di kecamatan Gubeng yang memiliki jumlah penduduk yang tercatat sebanyak 14.236 dan kondisi permukiman yang berbeda-beda, akan berkontribusi besar dalam jumlah dan variasi karakteristik sampah yang dihasilkan dan mampu menyebabkan penumpukan sampah di Tempat Pembuangan Sampah (TPS) [5]. Semakin banyaknya penduduk dapat menyebabkan bertambahnya titik penumpukan sampah, titik-titik baru ini terkadang tidak terlihat oleh petugas kebersihan yang menyebabkan sampah bertumpuk karena tidak diangkat. Metode pengelolaan sampah pun masih menggunakan cara yang tradisional/lama dimana sampah yang hendak dibuang tidak dipilah terlebih dahulu, hal ini menyebabkan tercampurnya sampah sampah yang disarankan atau seharusnya dipisah, akibatnya, sampah yang berada atau terkumpul di TPS harus dipilah terlebih dahulu untuk di tindak lanjuti [6]. Pada Bank Sampah Induk Surabaya yang berlokasi di Kecamatan Gubeng, proses pengolahan sampah masih dilakukan dengan cara tradisional yang dimana terdapat pekerja yang bertugas memilah sampah yang datang sesuai dengan jenisnya, proses pemilahan pun memakan waktu yang banyak dan tergantung sampah yang terkumpul pada hari itu. Biasanya sampah organik akan dibakar atau diolah menjadi kompos, sedangkan sampah anorganik akan dipilah terlebih dahulu sesuai dengan jenisnya kemudian di antar ke pabrik daur ulang.

Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan solusi yang efektif, efisien, dan berkelanjutan. Salah satu solusi yang dapat mengatasi masalah tersebut adalah pembuatan sistem pelaporan dan klasifikasi sampah. Jika sampah yang hendak dibuang tidak diklasifikasi, pengelolaan sampah menjadi lebih sulit, dimana sampah yang seharusnya dapat diolah malah berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA). Hal ini mengakibatkan pihak berwenang menghadapi kesulitan dalam mengelola sampah secara efisien. Tanpa klasifikasi yang baik, proses daur ulang menjadi tidak optimal, karena sampah yang bisa diolah menjadi malah tercampur dengan sampah lainnya. Dengan memilah sampah sebelum membuangnya, masyarakat dapat berpartisipasi langsung dalam pengelolaan sampah yang lebih efektif. Aplikasi ini dapat membantu masyarakat yang belum paham mengenai jenis sampah yang akan dibuang, karena banyak yang masih salah dalam memilah dan membuang sampah. Kesalahan ini menyebabkan sampah akhirnya tercampur, yang pada akhirnya menyulitkan proses pengolahan dan daur ulang. Aplikasi ini dilengkapi dengan sistem klasifikasi sampah yang membantu pengguna dalam mengenali dan memisahkan jenis-jenis sampah dengan benar. Dengan bantuan aplikasi ini, pengguna dapat mengetahui secara tepat kategori sampah mereka, baik itu organik ataupun anorganik. Ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah, tetapi juga mengurangi beban kerja dan biaya pengelolaan sampah oleh pihak berwenang. Dengan demikian, lingkungan menjadi lebih bersih dan proses daur ulang menjadi lebih efektif.

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas, yang menjadi pokok masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana melakukan klasifikasi pada citra gambar sampah untuk mengelompok yang mana sampah organik dan anorganik dengan menggunakan algoritma *Deep Learning* CNN arsitektur MobileNetV3 Large. Model yang telah dilatih akan diintegrasikan kedalam aplikasi berbasis web untuk pelaporan dan klasifikasi sampah. Agar pembahasan lebih spesifik dan terfokus, terdapat beberapa batasan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi berbasis web menggunakan Laravel 11 untuk sistem pelaporan. Sistem klasifikasi citra sampah organik dan anorganik menggunakan algoritma CNN. Penelitian ini tidak mencakup aspek pengangkutan dan pengolahan sampah lebih lanjut. Selain itu, penelitian ini juga membandingkan kinerja arsitektur MobileNetV3 Large dan ResNet-50.

2. Batasan teknis aplikasi akan berfokus pada pembagian peran yaitu *user* dapat membuat laporan sampah baru dengan melampirkan foto dan membagikan lokasi sampah, peran *janitor* dapat melihat daftar laporan sampah yang ada, melihat detail laporan termasuk foto, lokasi dan jenis sampah serta dapat menambashkan foto setelah pembersihan. dan peran *admin* memiliki akses penuh terhadap semua laporan, dapat menyetujui atau menolak foto setelah pembersihan, dapat mengunduh laporan dalam format *Spreadsheet*, serta memiliki otoritas untuk mendaftarkan akun baru bagi *admin* dan *janitor*.
3. Klasifikasi sampah dibagi menjadi 2 tipe yaitu sampah organik (daun, sayur, buah dan sisa bahan/makanan) dan anorganik (botol plastik, botol kaca, karton, kertas, logam dan plastik) dengan sumber data dari penelitian terdahulu dan *web scraping*, Jumlah dataset dapat dilihat pada Lampiran 1.
4. Penelitian ini terbatas pada wilayah geografis Kecamatan Gubeng, Surabaya, dengan pertimbangan adanya Bank Sampah Induk Surabaya, yang akan digunakan untuk pengambilan data uji, tempat studi dan menguji kelayakan model CNN

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu mengembangkan model *deep learning* berbasis CNN dengan arsitektur MobileNetV3 Large yang dapat mengklasifikasi citra sampah organik dan anorganik dengan akurat. Model ini akan diuji menggunakan dataset citra sampah dari Kecamatan Gubeng, dan kinerjanya akan dievaluasi menggunakan *confusion matrix*, yang kedua membangun aplikasi berbasis webiste menggunakan *framework* laravel 11 yang terintegrasikan dengan model CNN yang sebelumnya telah dibuat, model tersebut akan mengklasifikasikan jenis sampah organik dan anorganik yang dilaporkan oleh masyarakat di kecamatan Gubeng kemudian akan dilakukan pengujian *Black-box testing* pada website tersebut untuk menguji kinerja aplikasi.