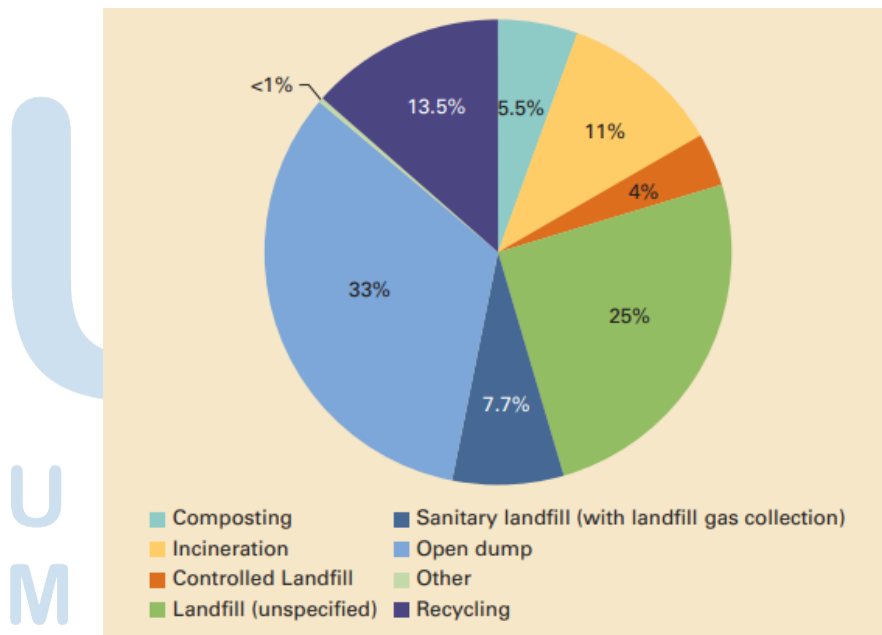


# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

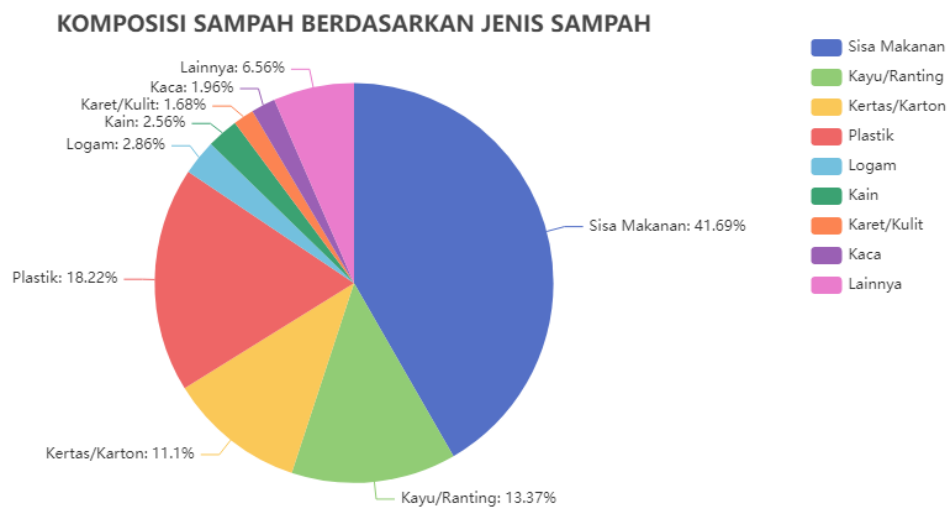
Sampah menjadi permasalahan yang serius di dunia. Per tahun 2016, sebanyak 2.1 miliar ton sampah dihasilkan dan diperkirakan meningkat hingga 3.40 miliar ton pada tahun 2050 mendatang, jika tidak ditangani dengan benar. Tingginya angka tersebut tidak hanya berdampak pada lingkungan dan sumber daya alam, namun juga mengancam kesehatan manusia. Hal tersebut dibuktikan dari data pengolahan dan pembuangan sampah global, bahwa jumlah sampah yang berhasil di daur ulang atau dimanfaatkan kembali hanya sebesar 13.5%. Sebanyak 5.5% sampah organik yang berhasil diolah menjadi pupuk (teknik *composting*), 25% berakhir di tempat pembuangan akhir namun tidak terkelola, 11% dibakar, 4% dikuburkan, 33% dibiarkan tersebar di alam terbuka, dan hanya 4% yang berhasil terkelola dengan baik di tempat pembuangan akhir, seperti yang terlihat pada gambar 1.1 [1].



Gambar 1.1 Pengolahan dan pembuangan sampah global

Sumber: World Bank [1]

Selain itu, sebesar 65 juta kilogram sampah dihasilkan per hari, 15% diantaranya tidak terkelola dengan baik, menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2020 dalam Rencana Aksi Nasional Pengelolaan Sampah [2]. Permasalahan tersebut diperburuk oleh minimnya kesadaran dan pengetahuan masyarakat Indonesia tentang sampah. Selain itu, data dari KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan) melalui SIPSN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional) pada gambar 1.2, menyatakan bahwa hampir setengah komposisi sampah rumah tangga di Indonesia per tahun 2022 dalam skala nasional terdiri dari sampah sisa makanan, dan sampah jenis plastik sebesar 18.22% sebagai komposisi sampah terbesar kedua setelah sisa makanan, disusul oleh kayu atau ranting sebesar 13.37% di posisi ketiga [3].



**Gambar 1.2 Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis Sampah**

Sumber: KLHK SIPSN [3]

Oleh karena itu, sisa makanan merupakan sampah yang paling banyak tersebar dan terlihat menumpuk di lingkungan. Masyarakat setempat seringkali mengatasi masalah tumpukan sampah dengan cara dibakar, dikarenakan untuk pembuangan ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir) membutuhkan biaya lebih dan waktu pengangkutan sampah yang dilakukan masih belum konsisten. Kebiasaan membakar sampah masih sulit dipisahkan dari budaya masyarakat. Padahal, pembakaran sampah dapat mengakibatkan resiko pencemaran dan

polusi udara terhadap lingkungan sekitar yang membahayakan kesehatan [4]. Untuk mengurangi pembakaran sampah yang dilakukan oleh warga, pemerintah telah melakukan implementasi kinerja pengelolaan sampah, meskipun efeknya masih tergolong lemah [5].

Contoh implementasi kinerja pengelolaan sampah yaitu dengan dibuatnya sistem pengelolaan sampah dengan melakukan penilaian pada 145 kabupaten/kota setiap tahun. Hingga tahun 2022, kinerja dari sistem pengelolaan sampah ini masih cenderung berfluktuasi dalam empat tahun terakhir (2019 hingga 2022), didukung oleh data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) melalui situs Data Indonesia per tahun 2023. Pada tahun 2019, poin dari skor IKPS (Indeks Kinerja Pengelolaan Sampah di Indonesia) terdeteksi menyentuh angka 50.9 poin, kemudian mengalami penurunan hingga 49.44 poin sebelum naik kembali menjadi 50.06 poin pada tahun 2021, kemudian berakhir dengan peningkatan hingga 50.25 poin pada akhir tahun 2022 [6].



**Gambar 1.3 Capaian Indeks Kinerja Pengelolaan Sampah di Indonesia (Dalam Poin)**

Sumber: KLHK (Data Indonesia.id) [6]

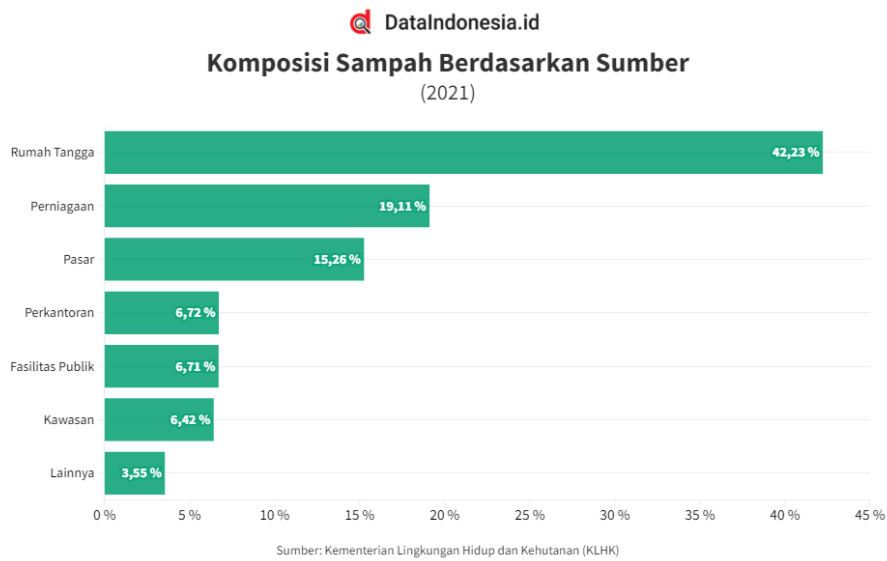
Sesuai gambar 1.3, dapat disimpulkan bahwa kinerja pengelolaan sampah telah membaik, meskipun masih terdapat inkonsistensi berupa peningkatan dan penurunan poin pada data beberapa tahun terakhir. Oleh

karena itu, dibutuhkan upaya dan pengawasan lebih dari pemerintah terhadap sistem yang diimplementasikan agar angka capaian kerja pengelolaan sampah lebih stabil dan bebas dari inkonsistensi poin dalam data.

Didukung data tahun 2021, yang sempat mencatat bahwa *volume* sampah di Indonesia telah mencapai angka 68.5 juta ton, dan telah mengalami peningkatan hingga angka 70 juta ton pada tahun 2022, kemudian terdeteksi sekitar 16 juta ton sampah yang hingga saat ini belum terkelola dengan baik jika dibandingkan dengan negara tetangga, yaitu Malaysia dan Singapura. Di Indonesia, hanya sebesar 7% sampah yang berhasil didaur ulang dan 69% sampah yang masuk ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir), menurut data dari Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah dan B3 (Ditjen B3) yang disorot oleh Anggota Komisi IV DPR RI Suhardi Duka [7].

Sampah yang menumpuk di Indonesia sebagian besar didominasi oleh sampah yang berasal dari lingkungan rumah tangga, berdasarkan data KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan) yang mencatat bahwa jumlah sampah terbanyak berasal dari rumah tangga di Indonesia dengan angka 42.23%, kemudian disusul dengan sampah dari daerah perniagaan dan pasar pada posisi kedua dan ketiga, seperti yang dapat dilihat pada gambar 1.4 [8]. Oleh karena itu, penting untuk memulai pemilahan sampah mulai dari lingkungan yang paling dekat dengan masyarakat, yaitu lingkungan tempat tinggal atau pemukiman warga.

Permasalahan sampah di beberapa negara maju seperti Jepang, dan Jerman telah diatasi dengan implementasi sistem pemilahan sampah untuk melakukan klasifikasi sampah berdasarkan jenisnya, demi meningkatkan efektivitas pemilahan sampah [9]. Sistem pemilihan tersebut dapat dilakukan secara manual ataupun dibantu dengan *artificial intelligence* seperti klasifikasi gambar (*image classification*) ataupun implementasi penggunaan sensor pada robot pintar.



**Gambar 1.4. Komposisi Sampah Berdasarkan Sumbernya**

Sumber: KLHK (Data Indonesia.id) [8]

Negara maju seperti Amerika Serikat, *Australia* dan negara Eropa telah mengimplementasikan teknologi *artificial intelligence* seperti *image classification* dan sensor robotik pada tempat sampah untuk mengklasifikasikan sampah secara otomatis dalam rangka mendukung kegiatan daur ulang sampah untuk mengurangi jumlah sampah yang tidak terkelola dengan baik dan berakhir di tempat pembuangan sampah. Namun, implementasi *image classification* masih jarang diimplementasikan, terutama karena adanya kesulitan dalam investasi dan kolaborasi dari segi pemerintah, industri dan akademik [10].

Di negara Indonesia, implementasi *image classification* untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan objek sampah masih jarang ditemui. Ditambah, pertumbuhan penduduk dan aktivitas masyarakat yang memicu meningkatnya volume sampah dan limbah sampah rumah tangga yang menumpuk di lingkungan sekitar tempat tinggal masyarakat [11]. Tumpukan sampah disebabkan dari kebiasaan buruk warga setempat yang tidak peduli dan membuang sampah rumah tangga tidak pada tempatnya, seperti pembuangan sisa makanan pada tempat sampah non-organik, dan penggunaan produk sekali

pakai yang sulit terurai, seperti minuman atau makanan dengan kemasan plastik pada tempat sampah organik [12].

Selain Jepang, Korea, dan Jerman, negara-negara lain seperti Amerika Serikat, dan China juga telah melakukan pemilahan sampah makanan dan membangun kebiasaan bagi warganya untuk membuang sampah berdasarkan jenisnya. Jenis sampah secara umum terdiri atas dua jenis, yaitu sampah organik, dan sampah non-organik [13]. Jenis sampah organik merupakan sampah yang berasal dari sisa makhluk hidup (alam) seperti hewan, manusia, dan tumbuhan yang dapat terurai secara cepat oleh bakteri. Oleh karena itu, sampah organik tergolong ramah lingkungan karena tidak memerlukan waktu yang lama untuk terurai. Sementara, sampah non-organik merupakan sampah yang berasal dari barang dan sisa pemakaian manusia yang sulit atau tidak dapat diurai oleh bakteri, membutuhkan waktu yang lama hingga ratusan tahun untuk dapat terurai sepenuhnya [14].

Karena implementasi pembagian sampah berdasarkan jenisnya masih rendah di Indonesia, warga perlu dibekali dengan ilmu terkait jenis sampah organik dan non-organik. Tujuannya, agar dapat mulai membangun kebiasaan membuang sampah pada tempat dan sesuai dengan jenisnya [15]. Penelitian ini berfokus pada klasifikasi jenis sampah organik dan non-organik sebagai objek penelitian. Kedua jenis sampah memang dapat dibedakan secara langsung oleh mata manusia, namun manusia memiliki pengetahuan yang terbatas dan berbeda setiap individu. Namun, dengan adanya bantuan mesin dan sistem komputer untuk membantu manusia, pekerjaan tersebut dapat diringankan. Sistem komputer melalui *computer vision* dapat melakukan deteksi objek dengan adanya *input* berupa gambar [16].

*Input* berupa gambar yang dimaksud dapat diperoleh dengan cara mengambil gambar melalui fitur kamera pada *handphone*. Hasil *input* dari gambar yang diambil pengguna menggunakan kamera *handphone*, dapat di *upload* ke mesin pencarian dengan menggunakan internet, pengguna dapat menemukan gambar lain yang serupa atau mendapatkan informasi yang



relevan. Data-data gambar sampah yang sudah terkumpul akan dianalisa oleh kemampuan belajar algoritma dalam komputer yang disebut sebagai *computer vision*. *Computer vision* bekerja dengan menjalankan sebuah model algoritma untuk menganalisa gambar dengan menggunakan sebuah sistem [17].

Model algoritma menggunakan data gambar dengan jumlah banyak sebagai bahan pembelajaran dalam mesin (*machine learning*) dalam melatih model, sebagai cabang pembelajaran *big data* yang dapat mempelajari dan menganalisis data gambar (*image*) yang kompleks dalam jumlah besar [18]. *Machine learning* memiliki kapabilitas pembelajaran mendalam yang telah di improvisasi, dalam melakukan identifikasi dan klasifikasi untuk menganalisa gambar, cabang pembelajaran ini dikenal dengan sebutan *deep learning* [19].

Untuk melakukan klasifikasi gambar sampah dengan *deep learning*, dibutuhkan data gambar sampah yang dikumpulkan dalam bentuk kumpulan data (*dataset*). *Dataset* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan gabungan data gambar sampah yang diambil dari dataset TACO dan *garbage data*, keduanya bersumber dari *web Kaggle*. Salah satu artikel jurnal yang menggunakan dataset TACO dalam penelitian yaitu “*Scrap Net: an efficient approach to trash classification*” oleh Masand, Chauhan, dan Jagan pada tahun 2021 silam yang membahas mengenai pendekatan pada klasifikasi sampah dengan menggunakan beragam teknik arsitektural dengan implementasi algoritma CNN (*Convolutional Neural Network*), dengan luaran berupa prediksi untuk pengelompokan sampah berdasarkan status daur ulang (*recyclable*) dan status tidak dapat di daur ulang (*non-recyclable*) [20].

Selain itu, penelitian serupa dengan algoritma CNN (*Convolutional Neural Network*) pada tahun 2022 silam yang dilakukan oleh Octavia Devi Safitri dan Putranto Hadi pada penelitian dengan judul “Implementasi *Deep Learning* Dengan CNN (*Convolutional Neural Network*) Untuk Klasifikasi Gambar Sampah Organik dan Anorganik”, yang memperoleh nilai akurasi hampir 100% pada *training model* dengan 100 gambar sampah, 50 sampah organik dan 50 sampah non-organik. Hal tersebut membuktikan bahwa CNN

memiliki performa yang baik dalam melakukan klasifikasi. Namun, penelitian tersebut hanya sampai tahap prediksi model saja dan belum diimplementasikan ke *website*.

Oleh karena itu, sebagai tolak ukur pembeda, penelitian ini mengimplementasikan dengan algoritma CNN (*Convolutional Neural Network*) namun tidak hanya sampai ke tahapan prediksi, namun juga diimplementasikan ke *website*, kemudian dengan menggunakan data-data yang berbeda dari penelitian sebelumnya. Hal tersebut ditempuh sebagai unsur kebaruan berupa penggunaan *dataset* yang berbeda sebagai objek baru untuk melatih model dan melakukan klasifikasi gambar. CNN dipilih sebagai algoritma klasifikasi gambar dalam penelitian ini karena performa dan tingkat akurasi yang tinggi jika dibandingkan dengan algoritma lainnya, seperti SVM ataupun KNN [21]. Setelah model CNN dilatih dengan menggunakan data *training*, model akan diimplementasikan ke sebuah *website*.

*Website* tersebut membolehkan pengguna untuk melakukan *input* gambar baru, kemudian model CNN akan menganalisis gambar yang di *input* pengguna dan mengkategorikan sampah berdasarkan sampah yang terdeteksi dalam gambar tersebut, kemudian menggolongkannya ke kategori sampah organik maupun non-organik. Pengguna *website* akan mendapatkan informasi bahwa gambar sampah yang di *input* adalah sampah organik maupun sampah non-organik, disertai penjelasan mengenai tempat sampah yang tepat untuk menampung jenis sampah yang dimiliki.

Dalam sistem klasifikasi gambar jenis sampah organik dan non-organik, *Python* dipilih sebagai bahasa pemrograman untuk menjalankan pelatihan dan evaluasi model, karena dapat kemampuannya untuk mengimplementasikan beragam algoritma dalam *deep learning* dan *machine learning*, dengan basis *data science* untuk mengolah data dalam jumlah besar. *Python* mempertahankan posisinya sebagai bahasa pemrograman yang paling sering digunakan oleh masyarakat luas pada tahun 2019 [22]. Namun untuk mengimplementasikan model yang telah dibangun dalam *Python*, perlu



digunakan sebuah *text editor*. *Text Editor* yang digunakan adalah *Visual Studio Code*.

*Visual Studio Code* bermanfaat sebagai *editor* teks yang dapat digunakan untuk mengedit *source code* dari berbagai bahasa pemrograman, seperti *Python*, *C*, *C++*, *Java*, dan lain-lain [23]. Dengan menggunakan *python* dan *visual studio code*, dapat dihasilkan sebuah sistem klasifikasi gambar jenis sampah berbasis *website* sebagai *output* dari penelitian ini. Untuk memenuhi informasi yang dibutuhkan oleh sistem klasifikasi gambar sampah, pembuatan *website* dilangsungkan dengan menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD). Sementara untuk penyimpanan data, gambar sampah sebagai gambar *input* dan juga data *review* dari *user* dalam *website*, digunakan *software PhpMyAdmin* (dalam XAMPP) dengan penyimpanan data di *database local*.

Adapun urgensi dari penelitian ini adalah untuk mengedukasi masyarakat yang kesadarannya masih rendah dan tidak membuang sampah sesuai jenisnya, misalnya sampah organik yang dibuang ke tempat sampah non-organik, dan sebaliknya [24]. Hal tersebut mengakibatkan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) menumpuk, membusuk dan mengeluarkan bau yang tidak sedap serta mengundang bibit penyakit, seperti diare, malaria, muntaber, dan lain-lain yang membahayakan kesehatan di lingkungan tempat tinggal warga [25]. Selain itu, tidak hanya menyebabkan masalah kesehatan, sampah di TPA yang tidak melalui proses pemilahan sampah yang tepat menyebabkan proses komposisi sampah organik tidak berjalan sebagaimana mestinya, sementara sampah non-organik yang terhambat tidak dapat terurai secara cepat akan mengakibatkan pencemaran tanah dan air [26].

Untuk mencegah pencemaran lingkungan dan potensi bibit penyakit, dalam penelitian ini dibuatkan sistem klasifikasi jenis sampah berbasis *website*, dengan tujuan agar warga Indonesia dapat terbantu dengan adanya informasi keterangan bahwa sampah yang dimiliki termasuk ke sampah organik atau non-organik. Kemudian, membantu menambah kepekaan

(*awareness*) masyarakat agar dapat lebih memahami, meningkatkan kepeduliannya, menanamkan kebiasaan memilah sampah dan membuang tempat sampah yang benar, untuk membuat lingkungan lebih terjaga dan bersih, dimulai dari lingkungan yang paling dekat, yaitu lingkungan rumah dan tempat tinggal.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibuat sebelumnya, didapat beberapa rumusan masalah, antara lain sebagai berikut:

- 1) Bagaimana proses implementasi algoritma CNN (*Convolutional Neural Network*) dalam melakukan klasifikasi gambar sampah organik dan non-organik melalui sebuah sistem klasifikasi gambar berbasis *website*?
- 2) Bagaimana tingkat akurasi model CNN (*Convolutional Neural Network*) dalam melakukan klasifikasi data gambar sampah organik dan non-organik?

### 1.3 Batasan Masalah

Berhubung fokus dalam penelitian mempunyai cakupan yang cukup luas, maka untuk mempersempitnya ditetapkan beberapa batasan yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

- 1) Sistem klasifikasi dalam penelitian ini hanya dapat digunakan untuk menganalisis dan mengklasifikasikan gambar dengan objek yang tidak bergerak, seperti gambar sampah yang di tangkap oleh pengguna dengan menggunakan fitur kamera pada *handphone*. Sistem tidak dapat melakukan deteksi objek pada gambar bergerak seperti *video*.
- 2) Klasifikasi sampah hanya terbatas pada dua jenis, yaitu sampah organik dan non-organik.
- 3) Pembersihan data yaitu penghapusan gambar yang tidak relevan sebelum proses *training* masih menggunakan cara manual.
- 4) Penelitian ini menggunakan platform *website* dan menerima *input* gambar sampah dari *user* melalui fitur kamera dari *handphone*, ataupun galeri milik *user*. Pemilihan *website* dilakukan karena fungsionalitas

yang adaptif dan pengguna tidak perlu melakukan instalasi terlebih dahulu seperti di *Android* sebelum dapat menggunakan sistem.

- 5) Spektrum warna yang digunakan dalam penelitian adalah RGB (*Red, Green, Blue*). Hal ini dikarenakan RGB merupakan sebuah profil warna yang *default* untuk pemrosesan gambar digital. *Framework* seperti *Tensorflow* yang digunakan dalam penelitian ini juga dirancang untuk mengenali gambar RGB. Spektrum warna CMYK tidak digunakan karena gambar jika dikonversikan menjadi format CMYK, warna gambar yang diterima model sebagai *input* berpotensi mengalami *loss* pada informasi warna dan menimbulkan inkonsistensi dalam informasi warna. Selain itu, umumnya warna CMYK juga lebih banyak digunakan hanya saat melakukan *print* gambar menjadi bentuk dokumen fisik.
- 6) Model tidak memiliki kapabilitas untuk mengenali objek sampah yang masih berada dalam kemasan, contohnya buah dalam kotak atau kemasan. Sehingga, apabila ingin melakukan klasifikasi sampah diharapkan untuk memisahkan kemasan dengan isinya terlebih dahulu, karena dalam memprediksi gambar sampah organik yang terbungkus oleh kemasan plastik, akan menghasilkan klasifikasi dengan *output* non-organik dikarenakan objek yang terlihat oleh model adalah kemasan plastik atau kotak pembungkusnya.
- 7) Ruang lingkup pengguna sistem klasifikasi gambar sampah adalah masyarakat yang memiliki *handphone* atau *laptop* dengan kamera yang dapat mengambil foto gambar sampah. Contohnya, masyarakat di kampus, perkantoran, atau gedung yang memiliki fasilitas tempat sampah yang telah dibagi menjadi dua jenis, yaitu sampah organik dan non-organik.

## **1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dibuat untuk mencapai beberapa tujuan, yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

- 1) Mengimplementasikan model CNN ke dalam *website* berupa sebuah sistem untuk klasifikasi gambar, yang dapat membantu masyarakat dalam membedakan sampah jenis organik dan non-organik, dengan gambar yang diambil dari *handphone* pengguna.
- 2) Mengetahui tingkat ketepatan klasifikasi yang dilakukan oleh model CNN berdasarkan pengukuran dengan akurasi. Akurasi tersebut berfungsi untuk melihat akurasi model CNN dalam melakukan klasifikasi jenis sampah organik maupun non-organik pada *website*.

#### 1.4.2 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan sebagai hasil dari penelitian yang telah ditempuh, antara lain sebagai berikut:

- 1) Manfaat teoritis

Menjadi dasar penelitian lebih lanjut tentang penerapan model CNN (*Convolutional Neural Network*) untuk melakukan klasifikasi sampah organik dan non-organik.

- 2) Manfaat praktis

- (a) Bagi penulis

Menambah pengetahuan dan pengalaman mengenai penerapan model CNN untuk klasifikasi gambar sampah organik dan non-organik dan metode RAD (*Rapid Application Development*) sebagai metode pengembangan sistem.

- (b) Bagi masyarakat

Memudahkan dan menambah wawasan masyarakat mengenai sampah berdasarkan jenisnya, yaitu sampah organik maupun non-organik.

Tujuannya agar masyarakat dapat melakukan pemilahan sampah dan membuang sampah ke tempat sampah yang benar dengan adanya bantuan teknologi klasifikasi oleh model CNN yang dihasilkan dari penelitian ini sebagai sumber informasi yang bermanfaat.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Dalam memperjelas alur penyusunan dan eksplorasi dalam skripsi yang telah dibuat oleh penulis, maka sistematika penulisan dapat dijabarkan sebagai berikut:

### 1) Bagian Pembuka

Bagian pembuka berisi halaman awal yang berfungsi sebagai pembuka dan menjadi pengantar menuju ke bagian inti, halaman tersebut meliputi sampul depan, judul, pernyataan tidak plagiat, persetujuan dari dosen pembimbing dan ketua program studi, halaman pengesahan, persetujuan publikasi karya ilmiah untuk kepentingan akademis, kata pengantar, abstrak dalam Bahasa Indonesia, abstrak Bahasa Inggris, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, daftar rumus, dan daftar lampiran.

### 2) Bagian Inti

Bagian inti skripsi terbagi dalam lima bab, yaitu pendahuluan, landasan teori, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan, serta penutup. Berikut adalah penjabaran dari tiap bab secara lebih lanjut.

#### **BAB 1           PENDAHULUAN**

Dalam bab pendahuluan berisi latar belakang mengenai permasalahan sampah, rumusan masalah berupa implementasi model CNN dalam *website* dan tingkat akurasi klasifikasi algoritma CNN, batasan masalah penelitian yang mencakup keterbatasan dalam penelitian, tujuan dan manfaat penelitian ini kepada masyarakat, dan sistematika penulisan skripsi.

#### **BAB II          LANDASAN TEORI**

Dalam bab ini berisi teori tentang sampah, sistem klasifikasi gambar, *computer vision*, *image recognition*, *deep learning*, *website*. Beserta metode yang digunakan, yaitu algoritma CNN (*Convolutional Neural Network*), Tensorflow, Model *Sequential Keras*, *Confusion Matrix* dan akurasi, *framework*

*bootstrap*, metode RAD (*Rapid Application Development*), UML (*Unified Modelling Language*), *Black-Box Testing*, UAT (*User Acceptance Testing*), dan Skala *Likert*. Dilengkapi juga teori tentang *tools* yang digunakan yaitu *Python*, *Visual Studio Code*, dan XAMPP. Kemudian penelitian terdahulu untuk dijadikan sebagai motivasi dan acuan dasar dari penelitian ini.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam bab ini berisi penjelasan mengenai metode penelitian, seperti gambaran data penelitian, metode penelitian (alur penelitian, algoritma CNN, metode pengembangan sistem RAD (*Rapid Application Development*), teknik pengumpulan data (pengumpulan data, periode pengumpulan data, populasi, sampel), teknik analisis data, perbandingan *tools* penelitian dan kebutuhan sistem.

### **BAB IV ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN**

Dalam Bab analisis dan hasil berisi data hasil pengujian yang telah dilakukan, dan pembahasan dari hasil tersebut. Seperti hasil akurasi yang didapat dari proses melatih model CNN yang telah dibuat, evaluasi model, hingga implementasi dan pengujian *website*.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab kesimpulan dan saran berisi kesimpulan dari hasil penelitian sistem klasifikasi gambar sampah berbasis *website*. Kemudian, bagian saran memuat rekomendasi terkait saran dan perbaikan untuk penelitian selanjutnya.



### 3) Bagian Penutup

Bagian penutup skripsi merupakan akhir dari pemaparan isi dari skripsi, yang mencakup daftar pustaka dan daftar lampiran.



# UMMN

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA