

BAB I

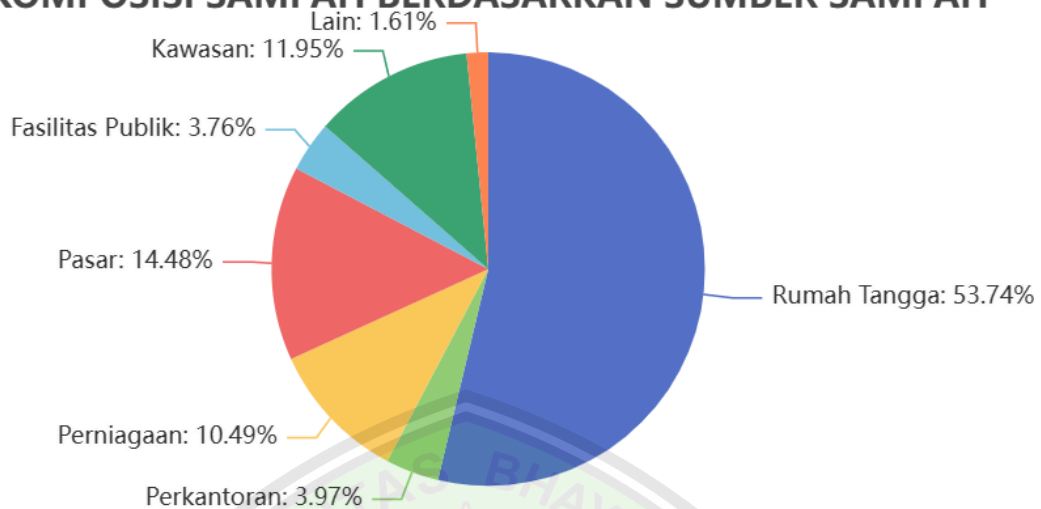
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah pengelolaan sampah telah berkembang menjadi isu global yang kian hari semakin mendesak. Menurut data terbaru dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), pada tahun 2024, 317 kabupaten/kota di Indonesia telah menghasilkan 34,214,607.36 ton sampah dan 40,26% atau sekitar 13,773,422.77 ton merupakan sampah yang tidak terkelola dengan baik, data ini dapat berubah sewaktu-waktu [1]. Selain itu, menurut laporan *World Bank* tahun 2018, produksi sampah di seluruh dunia diperkirakan akan meningkat 3,40 miliar ton pada tahun 2050, hal ini mengindikasikan bahwa kesulitan pengelolaan dan pemilahan sampah akan semakin besar [2].

Pada Gambar 1.1 dapat diketahui bahwa sumber sampah yang dihasilkan 53,74% nya berasal dari sampah rumah tangga. Sampah rumah tangga yang tidak dikelola dan tidak dipilah dengan baik ini akan mencemari lingkungan dan mendorong penumpukan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), yang kian hari kapasitasnya semakin terbatas. Masalah-masalah ini menunjukkan kurangnya pemahaman masyarakat tentang pemilahan sampah, serta terbatasnya infrastruktur yang secara ideal mendukung proses pengelolaan sampah tersebut, sehingga diperlukan inovasi dalam pengelolaan dan pemilahan sampah yang lebih efisien dan berteknologi maju.

KOMPOSISI SAMPAH BERDASARKAN SUMBER SAMPAH



Gambar 1. 1 Komposisi Sampah Berdasarkan Sumber Sampah 2024

Sumber: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/sumber> [1] (2025)

Menurut Rahman et al., 2022, berdasarkan laporan EUROSTAT menunjukkan perlunya pengelolaan sampah rumah tangga yang tepat dalam proses daur ulang [3]. Pengelolaan dan pemilahan sampah rumah tangga yang tidak tepat dapat mencemari sampah daur ulang, membatasi efektivitas daur ulang, meningkatkan limbah TPA, dan berkontribusi terhadap kerusakan lingkungan dan penipisan sumber daya seiring dengan meningkatnya produksi sampah global [4]. Oleh karena itu, bank sampah merupakan strategi yang tepat untuk memberikan solusi dalam mengurangi sampah yang tidak terkelola, dengan menerapkan konsep 3R yaitu *reduce*, *reuse*, dan *recycle*.

Namun, salah satu tantangan terbesar dalam fungsi bank sampah saat ini adalah kurangnya teknologi yang memadai untuk pengelolaan sampah secara otomatis. Bank sampah saat ini masih melakukan pemilahan atau klasifikasi sampah secara manual dengan mengandalkan tenaga manusia dalam

mengidentifikasi, memilah, dan mengelompokkan sampah yang menyebabkan kerentanan terhadap kesalahan, membutuhkan banyak tenaga kerja, dan memakan waktu, terutama saat terjadi pergantian petugas. Selain itu, masih minimnya pemahaman masyarakat dalam memilah sampah, sehingga masih banyak yang mencampurkan berbagai jenis sampah yang tidak sesuai aturan pemilahan dalam satu wadah. Akibatnya, hal ini menyebabkan efisiensi pengelolaan sampah menjadi rendah sehingga menghambat optimalisasi program daur ulang.

Kemunculan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) telah menciptakan solusi yang potensial dalam mengatasi masalah ini, khususnya dalam pendeteksian dan klasifikasi sampah secara otomatis. Metode *You Only Look Once* (YOLO) telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian terkait deteksi objek, yang terkenal dengan kecepatan dan ketepatannya dalam mengidentifikasi berbagai jenis objek dalam citra digital. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa model *You Only Look Once* (YOLO) memiliki kinerja akurasi dan kecepatan pelatihan yang lebih baik dibanding model konvensional lainnya [5][6].

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pendeteksi sampah botol menggunakan YOLOv5 dengan akurasi 82%-93%, namun masih terbatas pada satu jenis sampah dan belum mendukung otomatisasi berbasis *web* [7]. Selain itu, penelitian lain telah mengklasifikasikan sampah ke dalam enam kategori menggunakan tiga varian YOLOv8 (*nano*, *small*, *medium*), dengan hasil model *nano* mencapai akurasi sebesar 88,86%, *small* sebesar 91,25%, dan *medium* sebesar 91,25%. Penelitian ini memilih model *nano* dikarenakan memiliki sumber daya komputasi dan waktu pelatihan yang paling sedikit. Meskipun menunjukkan hasil

yang baik dalam klasifikasi, penelitian tersebut belum mengintegrasikan teknologi *web* untuk pemilahan sampah secara *real-time* [8]. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan variasi kategori sampah dan mengembangkan pendeteksian berbasis *web* guna membantu pengelolaan sampah secara otomatis.

Meskipun banyak penelitian yang telah dilakukan mengenai penggunaan *You Only Look Once* (YOLO) dalam deteksi sampah, kebanyakan masih terbatas pada konteks umum pengelolaan sampah, dan tidak berfokus pada implementasi spesifik di bank sampah. Selain itu, penelitian sebelumnya belum sepenuhnya menghubungkan teknologi deteksi sampah berbasis *web* dan versi terbaru *You Only Look Once* (YOLO) yaitu versi 11. Kesenjangan penelitian ini memberikan fondasi penting untuk menciptakan pendeteksian sampah berbasis teknologi. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pembuatan teknologi pendeteksian dan klasifikasi berbasis *web* untuk identifikasi sampah pada Bank Sampah Bersih Berseri RW 025 dengan menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) versi 11. Teknologi ini diharapkan dapat mengotomatisasi proses klasifikasi sampah, serta meningkatkan efisiensi operasional bank sampah dalam lingkup masyarakat.

Urgensi dari penelitian ini semakin besar setiap tahunnya, seiring dengan meningkatnya timbulan sampah yang dihasilkan di lingkungan masyarakat. Dengan menerapkan teknologi pemilahan berbasis *web* dan *You Only Look Once* (YOLO) versi 11, teknologi ini diharapkan dapat mendorong efisiensi pengelolaan sampah, meningkatkan partisipasi masyarakat dalam memilah sampah, serta mengurangi dampak lingkungan. Dengan pendekatan ini, pengelolaan sampah pada bank

sampah dapat beralih dari sistem manual ke solusi berbasis teknologi yang lebih terotomatisasi.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, diperlukan pendeteksian dan klasifikasi sampah secara otomatis di lingkungan bank sampah. Oleh karena itu, penelitian ini diberi judul **“Pendeteksian dan Klasifikasi Sampah Berbasis Web pada Bank Sampah Bersih Berseri RW 025 menggunakan Metode *You Only Look Once* (YOLO)”** dengan fokus menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) versi 11 dan menerapkan pendekatan *transfer learning* menggunakan *pre-trained model* jenis *yolov11n (nano)*.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan tersebut, maka identifikasi masalah yang dapat disimpulkan adalah sebagai berikut:

1. Sistem manual dalam memilah sampah yang mengandalkan tenaga manusia secara penuh untuk mengidentifikasi, memilah, dan mengelompokkan jenis-jenis sampah berdasarkan kategorinya saat ini masih menjadi kendala utama karena membutuhkan banyak tenaga kerja dan rentan terhadap kesalahan manusia serta masih minimnya pemahaman masyarakat terkait jenis sampah yang dipilah di Bank Sampah Bersih Berseri RW 025.
2. Penerapan metode *You Only Look Once* (YOLO) dalam klasifikasi sampah masih memiliki tantangan yaitu keterbatasan keberagaman dataset.
3. Masih minimnya integrasi mekanisme pendeteksian sampah yang dilakukan antara *web* dan *You Only Look Once* (YOLO) dalam klasifikasi sampah secara otomatis.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah disampaikan, maka rumusan masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan teknologi pendeteksian dan klasifikasi sampah yang dapat mengotomatisasi dan membantu petugas maupun masyarakat dalam proses pemilahan sampah di Bank Sampah Bersih Berseri RW 025?
2. Bagaimana model *You Only Look Once* (YOLO) dapat mendeteksi dan mengklasifikasi sampah dengan jenis yang berbeda?
3. Bagaimana integrasi *web* dan *You Only Look Once* (YOLO) dapat digunakan dalam pendeteksian dan klasifikasi sampah secara otomatis?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan sebelumnya, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat pendeteksian sampah untuk mengotomatisasi proses klasifikasi dan otomatisasi pengelolaan sampah di Bank Sampah Bersih Berseri RW 025.
2. Melakukan penerapan metode *You Only Look Once* (YOLO) untuk pendeteksian objek sampah dari hasil klasifikasi jenis sampah yang berbeda.
3. Menghasilkan sistem berbasis *web* untuk pendeteksian dan klasifikasi sampah otomatis dengan metode *You Only Look Once* (YOLO).

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang telah diuraikan sebelumnya, manfaat dari penelitian ini terbagi menjadi manfaat teoritis dan manfaat praktis, antara lain sebagai berikut:

Manfaat teoritis:

1. Berkontribusi pada kemajuan teori dan otomatisasi pengelolaan sampah berbasis teknologi.
2. Mengeksplorasi penerapan metode *You Only Look Once* (YOLO) dalam pendeteksian dan klasifikasi sampah.
3. Memberikan pengembangan terkait integrasi antara *You Only Look Once* (YOLO) dan *web* dalam pendeteksian dan klasifikasi sampah.

Manfaat praktis:

1. Mengurangi ketergantungan pada metode manual dalam proses pemilahan sampah terutama pada Bank Sampah Bersih Berseri RW 025 dengan mengintegrasikan *web* untuk otomatisasi pemilahan serta penggunaan model *You Only Look Once* (YOLO) untuk pendeteksian dan klasifikasi objek sampah.
2. Meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di Bank Sampah Bersih Berseri RW 025 melalui teknologi yang dapat membantu petugas dalam memilah sampah secara lebih cepat.
3. Memberikan solusi berbasis teknologi yang dapat diadopsi bagi masyarakat agar dapat lebih memahami cara memilah sampah dengan benar sebelum diserahkan kepada petugas.

4. Mempercepat pengelolaan sampah untuk mengurangi limbah yang tidak terkelola dan meminimalisir pencemaran lingkungan.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditentukan agar penelitian tidak mengalami perluasan pembahasan antara lain:

1. Fokus pada pendeteksian berupa *object detection* menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) versi 11 dengan *transfer learning* menggunakan *pre-trained model YOLOv11n*.
2. Total dataset bersih yang digunakan sebanyak 27.400 gambar tahun 2025 dengan komposisi dataset sekunder utama sebanyak 26.933 gambar (*roboflow universe*) dan dataset sekunder lainnya (*web scraping* dan pemotretan manual) sebanyak 467 gambar.
3. Perbandingan pembagian data dilakukan sebesar 78%:14%:8% dengan distribusi *train* sebanyak 21.264 gambar, valid sebanyak 3.924 gambar, dan test sebanyak 2.212 gambar.
4. Kelas terbagi menjadi 9 (sembilan) kelas dengan distribusi *bottle* sebanyak 10.570 objek, *cans* sebanyak 9.994 objek, *cardboard* sebanyak 2.997 objek, *cup* sebanyak 4.076 objek, *foil* sebanyak 1.782 objek, *food* sebanyak 4.570 objek, *paper* sebanyak 3.710 objek, *paper_bag* sebanyak 6.862 objek dan *plastic* sebesar 3.009 objek.
5. Hasil model pendeteksian dan klasifikasi sampah diintegrasikan dengan *web* menggunakan *framework Flask*.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir merujuk pada aturan yang menetapkan struktur dari penyusunan teksnya, yang disusun secara teratur untuk memberikan gambaran menyeluruh. Adapun sistematika penulisan ini terdiri dari 5 (lima) bab, adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi uraian dan pembahasan tentang teori, konsep, model, metode, atau analisis dari pustaka ilmiah dan cara kerja yang terkait dengan tema, permasalahan, atau pertanyaan dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi sistematika atau metode penyelesaian masalah yang lebih spesifik seperti objek penelitian, kerangka penelitian, serta kebutuhan lainnya yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil dan pembahasan penelitian yang mengacu pada tahapan CRISP-DM mulai dari pemahaman bisnis hingga penerapan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan serta saran dari penelitian yang telah dilakukan untuk perkembangan penelitian selanjutnya.