

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang Penelitian**

Sampah merupakan masalah besar bagi setiap negara, terutama Indonesia (Kusuma, 2023). Seiring dengan pertumbuhan populasi, jumlah dan jenis sampah di Indonesia setiap tahunnya terus meningkat. Menurut data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional SIPSAN tahun 2023, timbulan sampah Indonesia mencapai 56,63 juta ton, namun baru sekitar 39% yang berhasil dikelola dengan baik. Sebagian besar sampah masih berakhir di TPA terbuka yang mencemari lingkungan. Dari 550 TPA, lebih dari 300 unit diawasi karena masih melakukan pembuangan terbuka, bahkan banyak yang sudah melebihi kapasitas. Kondisi ini menunjukkan darurat persampahan yang perlu segera ditangani. Sejalan dengan tema Hari Lingkungan Hidup Sedunia 2025: “*Ending Plastic Pollution*”, Menteri Hanif menekankan bahwa sampah plastik menyumbang hampir 20% (10,8 juta ton) dari total sampah nasional. Sayangnya, tingkat daur ulang baru sekitar 22%, dengan Jawa sebagai wilayah tertinggi (31%), disusul Bali-Nusra (22,5%) dan Sumatera (12%), sementara kawasan timur Indonesia masih menghadapi tantangan besar (Sukarmawati dkk., 2023).

Berdasarkan karakteristiknya, sampah terbagi menjadi dua kategori yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik biasanya terdiri dari sampah yang sudah membusuk, seperti sampah dapur, dedaunan, dan buah-buahan. Sampah anorganik terdiri dari sampah umum yang tidak dapat diuraikan, seperti logam, besi, pecahan kaca, dan plastik (Efrianof, 2018). Timbunan sampah yang semakin meningkat menjadi masalah besar di zaman sekarang. Untuk mencegah bau dan penyebaran penyakit, pengelolaan sampah harus tepat termasuk membagi sampah ke dalam sampah organik atau anorganik. Namun, proses ini sering dilakukan secara manual dan rentan terhadap kesalahan manusia (Putra dkk., 2024). Mengingat urgensi masalah ini, pendekatan yang lebih inovatif diperlukan salah satunya melalui jalur pendidikan yang efektif.

Pendidikan memiliki peran penting dalam membentuk sikap peduli lingkungan pada konteks pendidikan abad ke-21 peserta didik tidak hanya dituntut untuk memahami materi akademik, tetapi juga membantu kesadaran dan tanggung jawab sosial terhadap lingkungan (Handayani dkk., 2024). Oleh karena itu, edukasi pemilahan sampah harus dimulai sejak dini. Lingkungan sekolah menjadi tempat yang ideal untuk menambah kesadaran dan kebiasaan positif ini. (Fan, 2022). Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah menyajikan media pembelajaran berbasis teknologi, khususnya teknologi otomatis untuk mendukung peserta didik dalam memahami dan menerapkan konsep klasifikasi sampah secara langsung (Yusup dkk., 2021).

Sistem otomatis seperti sensor memberikan peluang besar dalam memproses, berkomunikasi, dan menampilkan data (Alwahid, 2024). Kehadiran teknologi ini memungkinkan peserta didik tidak hanya mempelajari materi secara teori, tetapi juga melihat secara langsung proses klasifikasi limbah dilakukan secara otomatis berdasarkan kategorinya, seperti organik, anorganik, atau limbah berbahaya. Proses ini dilakukan tanpa bergantung sepenuhnya pada metode manual yang sering kali kurang akurat, memakan waktu, dan membutuhkan tenaga lebih (Tri, 2022).

Dengan adanya sensor, peserta didik dapat mempelajari prinsip kerja teknologi deteksi dan klasifikasi, mulai dari tahap pengenalan jenis material hingga proses pengambilan keputusan oleh sistem (Perdana dkk., 2019). Hal ini membuat pembelajaran menjadi lebih nyata, menarik, dan relevan dengan perkembangan teknologi masa kini. Selain itu, penggunaan sistem otomatis juga menumbuhkan rasa ingin tahu dan memotivasi peserta didik untuk memahami keterkaitan antara teknologi dan permasalahan lingkungan (Fitriyani, 2021).

Pada penelitian terdahulu terdapat klasifikasi sampah menggunakan ESP 32 berbasis *Internet of Things* (IoT) sensor kapasitif proximity, menyatakan keberhasilan menggunakan media pembelajaran tersebut dengan didapatkan bahwa rata-rata tingkat kinerja sistem selama 7 hari yaitu 97%, dengan tingkat keberhasilan sensor *proximity* yaitu 100%, dapat memilah sampah berbahan metal dan non-metal dengan baik, sedangkan dibagian sensor *raindrop* mendapat rata-rata tingkat keberhasilan 90% akan tetapi kedua sensor tersebut memiliki waktu

respons yang cukup lama dengan rata-rata tingkat keberhasilan yaitu 89% dalam mendeteksi jenis sampah yang dimasukkan, Selain itu peletakan posisi dan ukuran sampah sangat berpengaruh terhadap kinerja sensor (Alwahid, 2024).

Kemudian penelitian lain mengenai *smart trash* klasifikasi sampah berbasis arduino dengan nilai rata-rata *error* dalam mengklasifikasikan jenis sampah 11 % dari pengujian yang telah dilakukan (Ardimansyah dkk., 2022). Lalu, penelitian lain mengenai media pembelajaran arduino uno berbasis *Augmented Reality* (AR) efektif digunakan dengan jarak uji coba 63% yang menyatakan keberhasilan pada penelitian ini (Rahman dkk., 2022).

Kemudian penelitian lain mengenai media pembelajaran *magnetic field* meter berbasis arduino untuk meningkatkan hasil belajar fisika siswa SMA/MA, berdasarkan analisis data didapatkan nilai  $\langle g \rangle$  sebesar 0,9118 yang masuk dalam kategori tinggi. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan media pembelajaran *magnetic field* meter berbasis arduino efektif meningkatkan hasil belajar fisika siswa SMA/MA (Afa dkk., 2023).

Pendekatan ini tidak hanya memperkuat pemahaman konsep klasifikasi sampah, tetapi juga membantu menanamkan kesadaran pentingnya memilah sampah sejak dini (Liao, 2019). Melalui pengalaman langsung yang diberikan oleh media pembelajaran, peserta didik dapat mengembangkan literasi lingkungan yang lebih baik, memahami dampak dari pengelolaan sampah yang tepat, dan diharapkan dapat mengaplikasikan kebiasaan positif tersebut dalam kehidupan sehari-hari (Hayati, 2020).

Pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi sistem otomatis juga mendukung pencapaian kompetensi abad ke-21 seperti berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah, dan kesadaran terhadap isu-isu global (Handayani dkk., 2024). Media ini berfungsi sebagai alat pendidikan yang efektif dalam menanamkan budaya pemisahan sampah, yang sangat penting bagi keberlangsungan lingkungan (Yasa, 2025). Dengan demikian, teknologi sensor berbasis sistem otomatis bukan hanya sekadar alat bantu belajar, tetapi juga sarana strategis untuk membentuk generasi yang peduli lingkungan sekaligus melek teknologi (Ferreira dkk., 2025).

Meskipun penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas teknologi sensor dalam klasifikasi sampah, belum ada studi yang secara khusus mengembangkan media edukasi berbasis sistem otomatis yang terintegrasi secara langsung dengan pembelajaran kimia hijau untuk meningkatkan literasi lingkungan siswa di jenjang sekolah menengah atas (SMA). Maka pada kesempatan ini peneliti akan melakukan penelitian menggunakan media teknologi sistem otomatis yang akan dikembangkan dalam lingkup pendidikan pada materi kimia hijau kelas X di SMA. Jika media diterapkan di lingkup sekolah akan membantu peserta didik dalam memahami mengenai perkembangan zaman dalam dunia teknologi serta membantu peserta didik mengenali sampah organik dan anorganik. Selain itu, juga memudahkan dalam melakukan daur ulang sampah. Oleh karena itu, diperlukan media edukasi otomatis untuk menganalisis jenis sampah organik dan anorganik. Sehingga peneliti akan melakukan penelitian dengan judul **“Pengembangan Media Edukasi Berbasis Teknologi Sistem Otomatis Pada Materi Klasifikasi Sampah Berorientasi Literasi Lingkungan”**

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan pada penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana tampilan media edukasi klasifikasi sampah berorientasi literasi lingkungan?
2. Bagaimana hasil uji validasi klasifikasi sampah berorientasi literasi lingkungan?
3. Bagaimana hasil uji kelayakan klasifikasi sampah berorientasi literasi lingkungan?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan yang dapat diperoleh sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan media edukasi klasifikasi sampah berorientasi literasi lingkungan?
2. Menganalisis hasil uji validasi klasifikasi sampah berorientasi literasi lingkungan?

3. Menganalisis hasil uji kelayakan klasifikasi sampah berorientasi literasi lingkungan?

#### **D. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh manfaat dari penelitian ini di antaranya :

1. Bagi Peserta Didik

Peserta didik akan mendapatkan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mengelola sampah dengan baik, serta meningkatkan kesadaran mereka tentang isu-isu lingkungan.

2. Bagi institusi pendidikan

Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi institusi pendidikan dalam mengintegrasikan teknologi dan isu lingkungan ke dalam kurikulum, serta meningkatkan kualitas pendidikan lingkungan.

3. Bagi masyarakat dan lingkungan

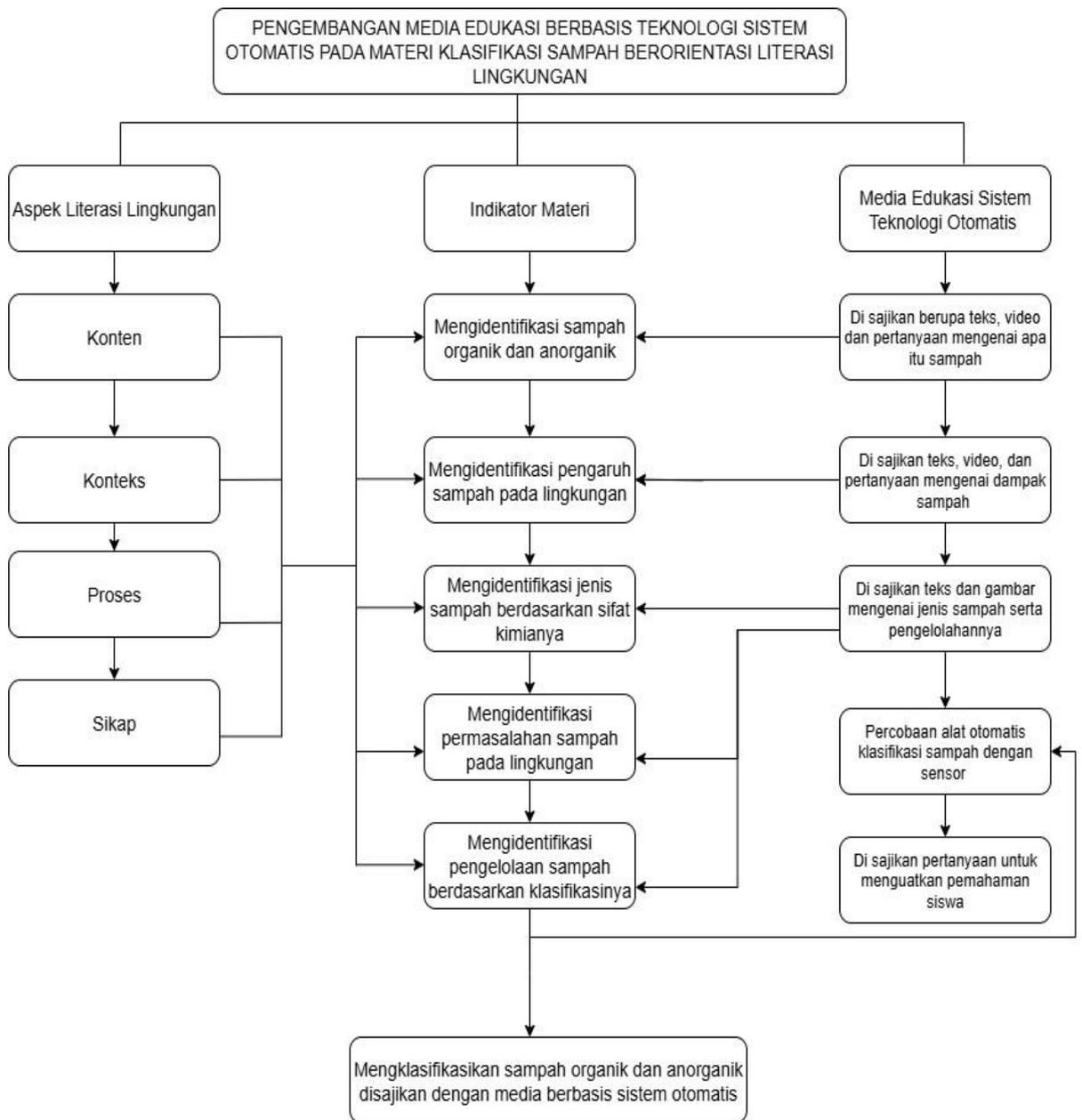
Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap pengelolaan sampah di masyarakat dan lingkungan secara keseluruhan, serta meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sampah yang baik.

#### **E. Kerangka Berpikir**

Pengelolaan sampah yang tepat sangat penting untuk menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan. Namun, masih banyak peserta didik yang belum memahami cara mengklasifikasikan sampah organik dan anorganik dengan benar. Hal ini menyebabkan rendahnya literasi lingkungan, khususnya pada aspek pemahaman, sikap, dan keterampilan dalam mengelola sampah.

Dalam konteks pendidikan, dibutuhkan media pembelajaran yang inovatif, interaktif, dan aplikatif agar peserta didik dapat belajar secara langsung melalui pengalaman nyata. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan media edukasi berbasis teknologi sistem otomatis dengan Arduino yang dapat mengklasifikasikan sampah organik dan anorganik.

Media ini diintegrasikan ke dalam pembelajaran IPA/literasi lingkungan untuk membantu peserta didik memahami konsep klasifikasi sampah, dampaknya terhadap lingkungan, serta cara pengelolannya. Bagan alir kerangka berpikir dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1. 1 Kerangka Berfikir

## F. Penelitian Terdahulu

Penelitian ini diharuskan memiliki dasar yang kuat dan akurat, untuk itu peneliti melakukan penelusuran terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan berkaitan dengan objek yang akan diteliti, diantaranya :

Penelitian terdahulu mengenai media pembelajaran sebagai alat bantu dengan arduino uno cukup efisiensi dan dapat efektif serta mudah dipahami oleh mahasiswa dalam menggunakan serta dapat bekerja sesuai dengan tujuan yaitu motivasi dan inovasi kepada mahasiswa (Mintoro, 2018).

Kemudian hasil penelitian lainnya mengatakan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi atau digital ini membantu menghidupkan suasana dikelas agar terjadinya komunikasi dan diskusi yang aktif, memudahkan guru menyampaikan materi dan mudah dipahami juga oleh siswanya, serta memberikan dimensi pembelajaran yang lebih menarik sehingga pembelajaran lebih efektif dan efisien (Permana dkk., 2024).

Kemudian pada penelitian sistem klasifikasi sampah membuktikan peningkatan dalam bidang teknik industri, khususnya dalam otomatisasi proses pemilahan sampah. Dengan tingkat akurasi yang tinggi, sistem berpotensi ini berpotensi mengurangi volume sampah, meningkatkan kualitas daur ulang, dan mendukung penanganan limbah berbahaya yang lebih aman (Husni dkk., 2025).

Model *deep learning* yang dibangun menggunakan *TensorFlow Object Detection* API dan transfer learning telah terbukti mampu mengidentifikasi jenis sampah pada sampah umum di Indonesia dengan akurasi yang tinggi. Model ini berhasil mengklasifikasikan sampah menjadi lima kelas utama: kaca, karton, kertas, logam, dan plastik. Model ini telah menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mengenali dan mengklasifikasikan sampah. Dalam pengujian menggunakan data uji, model mencapai nilai Mean Average Precision (mAP) sebesar 0.858, Average Recall (AR) sebesar 0.91, dan nilai Intersect over Union (IoU) sebesar 0.841. Hal ini mengindikasikan kemampuan model dalam

mengenali dan membedakan jenis sampah dengan tingkat presisi yang tinggi (Fathurrahma, 2024).

Alat *Smart Trash* klasifikasi sampah otomatis berbasis Arduino memiliki beberapa kelebihan, antara lain mampu memudahkan proses pemilahan sampah organik, anorganik, dan logam secara otomatis, sehingga pengguna tidak perlu membuka atau menutup tutup tempat sampah secara manual. Hal ini membuat proses pembuangan sampah menjadi lebih higienis, cepat, dan efisien. Selain itu, alat ini juga berkontribusi dalam meningkatkan literasi lingkungan dengan memberikan pengalaman langsung mengenai pentingnya memilah sampah. Namun, alat ini memiliki kekurangan seperti kapasitas wadah yang terbatas, ketergantungan pada sumber daya listrik, memerlukan perawatan berkala pada sensor dan mekanisme tutup, serta belum sepenuhnya tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrem seperti kelembapan tinggi atau paparan air berlebih (Anas dkk., 2023).

Prototipe klasifikasi sampah otomatis berfungsi untuk mengklasifikasikan sampah pada tempat sampahnya sesuai dengan jenis sampahnya. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan antara prototipe yang dirancang bangun dengan tempat sampah yang sudah ada sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa prototipe yang diusulkan dapat mengklasifikasikan sampah dengan baik. Nilai rata-rata error dalam mengklasifikasikan jenis sampah 11 % dari pengujian yang telah dilakukan. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengembangan klasifikasi sampah otomatis terintegrasi dengan *internet of things* (IoT) (Ardimansyah dkk., 2022).

Berdasarkan hasil kuesioner terhadap 30 responden, media pembelajaran sensor berbasis Arduino Uno mendapat penilaian sangat baik pada hampir semua aspek. Sebagian besar responden menilai desain media sangat baik (63,3%), memberikan pendapat positif secara keseluruhan (66,6%), merasa terbantu dalam belajar (56%), menilai kepraktisan alat tinggi (60%), dan menganggap media ini mudah dipahami (70%). Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran ini efektif, praktis, dan mudah digunakan untuk membantu pembelajaran sensor Arduino Uno (Arba'I, 2023).

Penelitian terdahulu mengenai media interaktif dalam pengembangan kegiatan pembelajaran menyatakan bahwa media interaktif terbukti dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep, prestasi belajar dan kemampuan berpikir kritis. Selain itu media interaktif sangat berpotensi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan menumbuhkan minat peserta didik dalam mengikuti proses pembelajaran karena tampilannya yang menarik (Dadi, 2021).

Kemudian pada penelitian media interaktif untuk meningkatkan motivasi belajar siswa menyatakan bahwa media interaktif berupa video animasi, permainan edukatif, dan aplikasi pembelajaran berbasis teknologi pada mata pelajaran Sejarah Kebudayaan Islam (SKI) dirasa cukup efektif dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. Beberapa media interaktif seperti video, permainan, dan aplikasi dapat digunakan guru dalam pembelajaran SKI untuk meningkatkan motivasi belajar siswa (Nurfadillah dkk., 2021).

