

BAB II TINJAUAN LITERATUR

2.1 Penelitian Terdahulu

Pencemaran plastik yang semakin meningkat menyebabkan munculnya mikroplastik pada berbagai lingkungan, termasuk air minum. Penggunaan galon plastik secara berulang pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dan air isi ulang berpotensi menghasilkan partikel mikroplastik akibat degradasi material plastik. Identifikasi mikroplastik umumnya dilakukan menggunakan FTIR, Raman Spectroscopy, dan mikroskop stereo yang memiliki akurasi tinggi, namun memerlukan biaya besar, waktu yang lama, dan tenaga ahli. Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih sederhana dan efisien untuk membantu proses identifikasi (Koelmans et al., 2019).

Perkembangan teknologi pengolahan citra digital (*image processing*) dan *computer vision* memungkinkan identifikasi objek dilakukan secara otomatis. Penelitian ini memanfaatkan bahasa pemrograman Python, pustaka OpenCV, dan metode *Contour Detection* untuk mendeteksi partikel mikroplastik pada citra hasil pengamatan mikroskop sebagai alternatif *screening* awal kualitas air minum (Szeliski, 2011)

Penelitian Meilany Syabrina Daulay (2025) mengidentifikasi mikroplastik pada air galon bermerek dan air isi ulang menggunakan mikroskop. Hasil penelitian menunjukkan adanya partikel mikroplastik berbentuk *fiber*, *fragment*, *film*, *pellet*, dan *foam*. Kelebihan penelitian ini adalah memberikan data nyata mengenai keberadaan mikroplastik, namun proses identifikasinya masih dilakukan secara

manual sehingga membutuhkan waktu lama dan berpotensi menimbulkan *human error*.

Sherri A. Mason dkk. (2016) meneliti kandungan mikroplastik pada air minum kemasan menggunakan metode laboratorium dan menemukan bahwa sebagian besar sampel mengandung mikroplastik. Penelitian ini memiliki cakupan sampel yang luas, tetapi memerlukan biaya dan proses analisis yang tinggi (Mason et al., 2016).

Martin Wagner dan Lambert (2018) menjelaskan bahwa metode FTIR dan Raman Spectroscopy memiliki akurasi tinggi dalam mengidentifikasi mikroplastik. Namun, penggunaan peralatan tersebut membutuhkan biaya besar sehingga kurang sesuai untuk penelitian skala kecil (Wagner & Lambert, 2018).

Adrian Rosebrock (2016) menerapkan metode *Contour Detection* berbasis OpenCV untuk mendeteksi bentuk objek pada citra digital. Metode ini sederhana dan cepat, tetapi hasil deteksinya dipengaruhi oleh kualitas citra dan pencahayaan.

(Prata et al., 2019) memanfaatkan *image processing* dan *computer vision* untuk membantu analisis mikroplastik. Metode ini mampu mempercepat identifikasi dan mengurangi *human error*, namun penerapannya masih bersifat umum dan belum difokuskan pada identifikasi mikroplastik pada air minum.

Berdasarkan penelitian terdahulu, penelitian ini mengembangkan sistem identifikasi mikroplastik menggunakan *Contour Detection* berbasis OpenCV yang dirancang khusus untuk air galon bermerek dan air isi ulang. Sistem yang dikembangkan bekerja secara otomatis sehingga dapat mengurangi *human error*, mempercepat proses identifikasi, memiliki biaya implementasi yang lebih rendah

dibandingkan FTIR dan Raman Spectroscopy, serta diharapkan menjadi alternatif *screening* awal kualitas air minum terkait kontaminasi mikroplastik (Bradski & Kaehler, 2008).

2.2 Pengelolaan Citra Digital

Pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) merupakan cabang ilmu komputer yang mempelajari teknik untuk memperoleh, memproses, memanipulasi, dan menganalisis citra digital sehingga menghasilkan informasi yang lebih bermakna. Proses ini dilakukan dengan memanipulasi nilai intensitas setiap piksel untuk meningkatkan kualitas citra, mengurangi *noise*, mempertajam objek, serta mempermudah analisis oleh sistem komputer. Beberapa teknik yang umum digunakan meliputi *image enhancement*, konversi *grayscale*, segmentasi citra, deteksi tepi, dan deteksi objek (Dijaya & Setiawan, 2023; Ashillah et al., 2025).

Dalam penelitian ini, pengolahan citra digital digunakan untuk mendukung proses identifikasi partikel mikroplastik menggunakan metode *Contour Detection*. Citra terlebih dahulu melalui tahap *preprocessing* berupa *resize*, konversi *grayscale*, *Gaussian Blur*, *thresholding*, serta operasi morfologi agar kualitas citra meningkat dan batas partikel mikroplastik lebih mudah dideteksi oleh sistem (Sari et al., 2026).

2.3 Citra Digital

Berdasarkan jumlah kanal warnanya, citra digital dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu citra biner, citra grayscale, dan citra berwarna (RGB). Citra biner hanya memiliki dua nilai intensitas, yaitu hitam dan putih. Citra grayscale

memiliki satu kanal warna dengan rentang intensitas 0–255, sedangkan citra RGB terdiri atas tiga kanal warna, yaitu merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue). Masing-masing jenis citra memiliki karakteristik yang berbeda dan digunakan sesuai dengan kebutuhan proses pengolahan citra. (Dewi & Munir, 2023).

Dalam penelitian ini, citra digital yang digunakan berupa citra ikan berwarna (RGB) yang diperoleh melalui proses pengambilan gambar. Sebelum dilakukan proses deteksi objek, citra terlebih dahulu melalui tahap preprocessing, yaitu konversi menjadi citra grayscale dan proses thresholding. Tahapan tersebut bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra dan mempermudah proses pendeteksian kontur sehingga objek ikan dapat dikenali dengan lebih akurat menggunakan metode Contour Detection. (Wardana, Maskuri, & Zaim, 2023).

2.4 Grayscale

Grayscale atau citra keabuan merupakan citra digital yang hanya memiliki satu kanal intensitas dengan rentang nilai 0 sampai 255. Nilai intensitas 0 menunjukkan warna hitam, sedangkan nilai 255 menunjukkan warna putih. Berbeda dengan citra berwarna (RGB) yang memiliki tiga kanal warna, citra grayscale hanya menyimpan informasi tingkat keabuan sehingga proses pengolahan citra menjadi lebih sederhana dan efisien. Konversi ke grayscale sering digunakan sebagai tahap awal (preprocessing) dalam berbagai penelitian pengolahan citra digital karena mampu mengurangi kompleksitas data yang akan diproses (Kusnadi, 2022).

Proses konversi citra RGB menjadi grayscale dilakukan dengan menggabungkan nilai komponen merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue)

menjadi satu nilai intensitas. Konversi ini bertujuan untuk mempertahankan informasi penting berupa bentuk, tekstur, dan tingkat kecerahan objek, tanpa dipengaruhi oleh informasi warna. Dengan demikian, proses analisis citra menjadi lebih cepat dan kebutuhan komputasi menjadi lebih rendah. (Kusnadi et., 2022)

2.5 Thresholding

Thresholding merupakan salah satu teknik segmentasi citra yang digunakan untuk memisahkan objek dari latar belakang berdasarkan nilai ambang (threshold) tertentu. Metode ini bekerja dengan mengubah citra grayscale menjadi citra biner sehingga setiap piksel hanya memiliki dua nilai, yaitu hitam (0) dan putih (255). Proses tersebut bertujuan untuk mempermudah sistem dalam mengenali objek yang akan dianalisis pada tahapan berikutnya. Teknik thresholding banyak digunakan dalam pengolahan citra karena memiliki proses komputasi yang sederhana, cepat, dan efektif dalam memisahkan objek dengan latar belakang yang memiliki perbedaan intensitas yang jelas (Damayanti & Wibawa, 2023).

Pada proses thresholding, setiap piksel pada citra grayscale dibandingkan dengan nilai ambang (threshold) yang telah ditentukan. Apabila nilai intensitas piksel lebih besar atau sama dengan nilai ambang, maka piksel tersebut akan diubah menjadi warna putih yang merepresentasikan objek. Sebaliknya, apabila nilai intensitas piksel lebih kecil dari nilai ambang, maka piksel akan diubah menjadi warna hitam yang merepresentasikan latar belakang. Hasil proses ini berupa citra biner yang lebih mudah diproses pada tahap segmentasi maupun deteksi objek (Radillah, Ameliza, & Fitriyanto, 2023).

2.6 Contour Detection

Contour Detection merupakan salah satu teknik dalam pengolahan citra digital yang digunakan untuk mendeteksi batas atau tepi suatu objek pada citra. Metode ini bekerja dengan mengidentifikasi kumpulan piksel yang membentuk kontur objek sehingga dapat membedakan objek dari latar belakang. Dalam implementasinya menggunakan OpenCV, proses pendeteksian kontur dilakukan dengan fungsi *findContours()* untuk menemukan kontur objek dan *drawContours()* untuk menampilkan hasil deteksi pada citra. Metode ini banyak digunakan dalam bidang *computer vision* karena mampu memberikan informasi mengenai bentuk, luas (*area*), keliling (*perimeter*), dan posisi objek (Manuaba & Indah, 2022)

Dalam penelitian ini, metode *Contour Detection* digunakan sebagai metode utama untuk mengidentifikasi partikel mikroplastik pada citra hasil pengamatan mikroskop. Sebelum proses deteksi dilakukan, citra melalui tahapan *preprocessing* yang meliputi *resize*, konversi *grayscale*, *Gaussian Blur*, *thresholding*, serta operasi morfologi untuk meningkatkan kualitas citra dan memisahkan partikel dari latar belakang. Kontur yang berhasil dideteksi kemudian digunakan untuk menghitung jumlah partikel, luas (*area*), dan diameter partikel mikroplastik sebagai dasar analisis hasil penelitian.

2.7 OpenCV

OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) merupakan pustaka (*library*) *open source* yang dikembangkan untuk mendukung pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) dan *Computer Vision*. OpenCV menyediakan

berbagai fungsi untuk membaca, memproses, memanipulasi, dan menganalisis citra maupun video. Library ini mendukung berbagai bahasa pemrograman, seperti Python, C++, dan Java, dengan Python menjadi salah satu yang paling banyak digunakan karena sintaksnya sederhana dan mudah diimplementasikan dalam pengembangan aplikasi berbasis pengolahan citra (Julham et al., 2023; Supiyandi et al., 2024).

Dalam penelitian ini, OpenCV digunakan sebagai *library* utama untuk mengimplementasikan metode *Contour Detection* dalam mengidentifikasi partikel mikroplastik pada citra hasil pengamatan mikroskop. OpenCV dimanfaatkan untuk proses pembacaan citra, *resize*, konversi *grayscale*, *Gaussian Blur*, *thresholding*, operasi morfologi (*opening* dan *closing*), pendeteksian kontur menggunakan fungsi *findContours()*, serta visualisasi hasil deteksi menggunakan *drawContours()*. Penggunaan OpenCV dipilih karena menyediakan fungsi pengolahan citra yang lengkap, efisien, dan mudah diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Python (Badri, 2023; Pahlevi & Setiaji, 2023).

2.8 Python

Python merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high-level programming language*) yang memiliki sintaks sederhana sehingga mudah dipelajari dan digunakan. Python banyak dimanfaatkan dalam pengembangan aplikasi, analisis data, *Artificial Intelligence*, *Machine Learning*, serta *Digital Image Processing*. Selain itu, Python didukung oleh berbagai *library* seperti OpenCV, NumPy, dan Matplotlib yang memudahkan proses pengolahan dan analisis citra digital (Setiadi et al., 2025; Saluky & Marine, 2023).

Dalam penelitian ini, Python digunakan sebagai bahasa pemrograman utama untuk membangun sistem identifikasi partikel mikroplastik pada citra hasil pengamatan mikroskop. Seluruh proses, mulai dari pembacaan citra, *preprocessing*, *Contour Detection*, hingga visualisasi hasil deteksi menggunakan *library* OpenCV, diimplementasikan dengan Python. Penggunaan Python dipilih karena mudah diimplementasikan, memiliki performa yang baik, serta mendukung pengembangan sistem pengolahan citra digital secara efisien (Rivandi, 2025; Setiadi et al., 2025).

2.9 Deteksi Objek

Deteksi objek (*Object Detection*) merupakan teknik dalam *Computer Vision* dan *Digital Image Processing* yang digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan serta menentukan lokasi suatu objek pada citra digital. Proses deteksi objek umumnya diawali dengan tahap *preprocessing* untuk meningkatkan kualitas citra sehingga objek dapat dipisahkan dari latar belakang dan dikenali dengan lebih akurat (Nasution, Harahap, & Syakbani, 2025; Adhim et al., 2025).

Dalam penelitian ini, deteksi objek dilakukan menggunakan metode *Contour Detection* untuk mengidentifikasi partikel mikroplastik pada citra hasil pengamatan mikroskop. Setelah melalui tahap *preprocessing*, sistem mendeteksi kontur setiap partikel menggunakan OpenCV, kemudian menghitung jumlah partikel, luas (*area*), dan diameter partikel sebagai dasar analisis hasil penelitian. Metode ini dipilih karena sederhana, efisien, dan sesuai untuk identifikasi partikel mikroplastik pada citra digital (Harahap & Muliantara, 2024; Toyib, 2023).