

Penyuluhan Masyarakat Tentang Penanganan Sampah Berbasis AI di Sungai Cisadane

Public Education on AI-Based Waste Management in the Cisadane River

Asep Surahmat^{1*}, Dhimas Buing Rindi Widra Yato²

^{1,2}Universitas Utpadaka Swastika, Fakultas Teknologi dan Desain, Indonesia

Email: ¹asep.surahmat@utpas.ac.id*, ²dhimas@utpas.ac.id

*Corresponding Author

Abstract

Cisadane River, as one of the main rivers in Banten Province, faces serious challenges related to waste pollution that threatens the ecosystem and health of the surrounding community. In an effort to overcome this problem, a community outreach program on waste management based on artificial intelligence (AI) technology has been implemented. The purpose of this activity is to increase public awareness and skills in utilizing AI technology to detect and manage waste effectively. The method of implementing this activity is through a demonstration of the use of an AI application specifically designed to detect waste in rivers. The results of the activity showed an increase in public understanding of AI technology and its application in waste management. Evaluation was carried out through pre- and post-activity surveys which showed a significant increase in public knowledge and attitudes towards waste management. The impact of this activity is expected to create a cleaner and healthier environment and encourage active community participation in maintaining river cleanliness. This program also opens up opportunities for further collaboration between the community, government, and academics in developing sustainable solutions to environmental problems.

Keywords: Waste Management; Artificial Intelligence (AI); Community Education

Abstrak

Sungai Cisadane, sebagai salah satu sungai utama di Provinsi Banten, menghadapi tantangan serius terkait pencemaran sampah yang mengancam ekosistem dan kesehatan masyarakat sekitarnya. Dalam upaya mengatasi masalah ini, program penyuluhan masyarakat tentang penanganan sampah berbasis teknologi kecerdasan buatan (AI) telah dilaksanakan. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk meningkatkan kesadaran dan keterampilan masyarakat dalam memanfaatkan teknologi AI untuk mendeteksi dan mengelola sampah secara efektif. Metode pelaksanaan kegiatan ini adalah melalui demonstrasi penggunaan aplikasi AI yang dirancang khusus untuk mendeteksi sampah di sungai. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pemahaman masyarakat tentang teknologi AI dan penerapannya dalam pengelolaan sampah. Evaluasi dilakukan melalui survei pre dan post-aktivitas yang menunjukkan peningkatan signifikan dalam pengetahuan dan sikap masyarakat terhadap pengelolaan sampah. Dampak dari kegiatan ini diharapkan dapat menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat serta mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam menjaga kebersihan sungai. Program ini juga membuka peluang kolaborasi lebih lanjut antara masyarakat, pemerintah, dan akademisi dalam pengembangan solusi berkelanjutan untuk masalah lingkungan.

Kata kunci: Penanganan Sampah; Kecerdasan Buatan (AI); Penyuluhan Masyarakat

Pendahuluan

Sungai Cisadane merupakan salah satu sumber daya air yang vital bagi masyarakat di Provinsi Banten. Namun, sungai ini menghadapi masalah serius terkait pencemaran sampah (Xiong et al., 2019), yang tidak hanya merusak ekosistem tetapi juga mengancam kesehatan masyarakat. Peningkatan jumlah sampah, terutama plastik, di sungai ini menjadi perhatian utama,

mengingat dampaknya yang luas terhadap lingkungan dan kehidupan sehari-hari masyarakat (Lebreton & Andrady, 2019). Menurut data dari Badan Pusat Statistik, lebih dari 60% sampah yang ditemukan di Sungai Cisadane adalah jenis plastik yang sulit terurai, yang berkontribusi pada penurunan kualitas air dan kerusakan habitat akuatik (Badan Pusat Statistik, 2022).

Kajian literatur menunjukkan bahwa teknologi kecerdasan buatan (AI) telah digunakan dalam berbagai konteks untuk mendeteksi dan mengelola sampah di lingkungan perairan. Penelitian menunjukkan bahwa aplikasi AI dapat meningkatkan efisiensi dalam identifikasi dan pemantauan sampah di sungai (Demetriou et al., 2023). Selain itu, penggunaan teknologi sensor dan machine learning dapat membantu dalam pengelolaan sampah secara real-time (Zailan et al., 2022). Meskipun teknologi ini menjanjikan, pemahaman dan penerapan di tingkat masyarakat masih terbatas. Oleh karena itu, keterbaruan ilmiah dari artikel ini terletak pada penerapan teknologi AI dalam konteks pengabdian masyarakat, yang tidak hanya berfokus pada penyuluhan, tetapi juga pada pengembangan keterampilan praktis masyarakat dalam menggunakan teknologi ini untuk pengelolaan sampah. Pendekatan ini berbeda dari metode penyuluhan tradisional yang sering kali bersifat satu arah dan kurang melibatkan partisipasi aktif masyarakat.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan dengan alasan untuk memberikan edukasi dan keterampilan praktis kepada masyarakat tentang penggunaan teknologi AI dalam pengelolaan sampah. Dengan meningkatnya kesadaran masyarakat, diharapkan akan terjadi perubahan perilaku yang positif terhadap pengelolaan sampah di Sungai Cisadane. Keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan lingkungan sangat penting untuk menciptakan solusi yang berkelanjutan (Farjoudi et al., 2020).

Rumusan permasalahan yang akan diselesaikan melalui kegiatan ini adalah bagaimana meningkatkan pemahaman masyarakat tentang teknologi AI dan penerapannya dalam penanganan sampah di Sungai Cisadane. Kegiatan ini bertujuan untuk memberikan penyuluhan yang efektif dan demonstrasi penggunaan aplikasi AI yang dapat membantu masyarakat dalam mendeteksi dan mengelola sampah. Manfaat dari kegiatan ini meliputi peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga kebersihan sungai, serta mendorong partisipasi aktif dalam upaya pelestarian lingkungan. Dengan demikian, diharapkan kegiatan ini dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengelolaan sampah di Sungai Cisadane dan meningkatkan kualitas lingkungan hidup masyarakat.

Metode Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan dalam beberapa tahap yang terstruktur, dimulai dengan tahap persiapan yang mencakup identifikasi lokasi kegiatan, pengumpulan data awal mengenai kondisi sampah di Sungai Cisadane, serta koordinasi dengan pihak terkait seperti Dinas Lingkungan Hidup setempat untuk mendapatkan dukungan dan informasi yang relevan. Setelah tahap persiapan, kegiatan dilanjutkan dengan tahap pelaksanaan, di mana tim pengabdian melakukan presentasi dan demonstrasi penggunaan aplikasi kecerdasan buatan (AI) kepada masyarakat untuk mendeteksi dan mengelola sampah. Terakhir, tahap evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas kegiatan melalui survei pre dan post-aktivitas, serta pengumpulan umpan balik dari peserta, guna menilai peningkatan pengetahuan dan sikap masyarakat terhadap pengelolaan sampah serta untuk merencanakan kegiatan serupa di masa mendatang.

A. Tahap Persiapan

Tahapan persiapan merupakan langkah awal yang krusial dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat, yang bertujuan untuk memastikan bahwa semua aspek kegiatan telah direncanakan dan disiapkan dengan baik sebelum pelaksanaan. Tahapan ini meliputi beberapa langkah penting sebagai berikut:

Identifikasi Lokasi Kegiatan

Tim pengabdian melakukan survei awal untuk menentukan lokasi kegiatan yang tepat di sepanjang Sungai Cisadane. Lokasi yang dipilih adalah area yang dikenal sebagai titik kritis pencemaran sampah, di mana terdapat penumpukan sampah yang signifikan. Identifikasi lokasi ini penting untuk memastikan bahwa kegiatan dapat memberikan dampak yang maksimal dan relevan dengan masalah yang dihadapi oleh masyarakat.

Koordinasi dengan Pihak Terkait

Tim pengabdian melakukan koordinasi dengan pihak Dinas Lingkungan Hidup setempat dan organisasi non-pemerintah (NGO) yang bergerak di bidang lingkungan. Koordinasi ini bertujuan untuk mendapatkan dukungan, informasi, dan sumber daya yang diperlukan untuk pelaksanaan kegiatan. Pihak Dinas Lingkungan Hidup dapat memberikan data tambahan mengenai kondisi lingkungan dan program-program yang telah dilaksanakan sebelumnya, serta membantu dalam mengundang masyarakat untuk berpartisipasi dalam kegiatan.

Perencanaan Materi dan Metode Kegiatan

Dalam tahap ini, tim merencanakan materi yang akan disampaikan selama kegiatan, termasuk pengenalan masalah pencemaran sampah, penjelasan tentang teknologi kecerdasan buatan (AI), dan demonstrasi penggunaan aplikasi. Tim juga merumuskan metode yang akan digunakan dalam penyuluhan, diskusi interaktif, dan demonstrasi langsung. Rencana ini disusun untuk memastikan bahwa materi yang disampaikan relevan dan mudah dipahami oleh masyarakat.

Persiapan Alat dan Bahan

Tim pengabdian menyiapkan semua alat dan bahan yang diperlukan untuk pelaksanaan kegiatan. Ini termasuk perangkat keras seperti smartphone atau tablet yang telah diinstal aplikasi deteksi sampah berbasis AI, serta alat perekam untuk mendokumentasikan proses kegiatan. Selain itu, tim juga menyiapkan bahan presentasi, seperti slide, poster, dan handout yang akan dibagikan kepada peserta.

Penyusunan Rencana Evaluasi

Tim juga menyusun rencana evaluasi untuk mengukur efektivitas kegiatan setelah pelaksanaan. Rencana ini mencakup metode pengumpulan data, seperti survei pre dan post-aktivitas, serta cara analisis data yang akan digunakan untuk menilai peningkatan pengetahuan dan sikap masyarakat terhadap pengelolaan sampah. Dengan tahapan persiapan yang matang, diharapkan kegiatan pengabdian masyarakat dapat berjalan dengan lancar dan memberikan dampak positif bagi masyarakat serta lingkungan di sekitar Sungai Cisadane.

B. Subjek dan Obyek Kegiatan

Masyarakat yang menjadi sasaran kegiatan ini adalah warga yang tinggal di sekitar Sungai Cisadane, termasuk kelompok pemuda, ibu-ibu, dan tokoh masyarakat setempat. Diharapkan partisipasi dari berbagai elemen masyarakat untuk menciptakan kesadaran kolektif mengenai

pentingnya pengelolaan sampah. Obyek kegiatan adalah penggunaan aplikasi kecerdasan buatan (AI) yang dirancang untuk mendeteksi dan mengelola sampah di sungai.

C. Metode Kegiatan Pengabdian

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah demonstrasi penggunaan aplikasi AI untuk mendeteksi dan mengelola sampah. Kegiatan dilakukan dengan demonstrasi langsung penggunaan aplikasi AI di lokasi sungai. Peserta diajak untuk berinteraksi dengan aplikasi, di mana mereka dapat melihat secara langsung bagaimana teknologi ini berfungsi dalam mendeteksi sampah.

Mekanisme Kerja Aplikasi AI

Aplikasi yang digunakan dalam kegiatan ini memanfaatkan teknologi pengolahan citra dan machine learning untuk mendeteksi sampah di lingkungan perairan. Mekanisme kerjanya dimulai dengan pengambilan gambar area sungai menggunakan kamera smartphone atau tablet. Gambar yang diambil kemudian diproses menggunakan algoritma AI yang telah dilatih untuk mengenali berbagai jenis sampah, seperti plastik, kertas, dan logam.

Setelah gambar diproses, aplikasi akan memberikan hasil deteksi yang menunjukkan lokasi dan jenis sampah yang teridentifikasi. Hasil ini ditampilkan dalam bentuk peta interaktif yang memudahkan pengguna untuk memahami sebaran sampah di area tersebut. Tim pengabdian akan memandu peserta dalam menggunakan aplikasi, termasuk cara mengoperasikan perangkat dan memahami hasil deteksi yang ditampilkan oleh aplikasi. Dengan cara ini, peserta tidak hanya belajar tentang teknologi, tetapi juga dapat langsung melihat dampak dari penggunaan teknologi dalam pengelolaan sampah.

D. Instrumen Kegiatan

Instrumen yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk demonstrasi. Perangkat keras yang digunakan adalah smartphone atau tablet yang telah diinstal aplikasi deteksi sampah berbasis AI. Selain itu, tim juga membawa alat perekam video untuk mendokumentasikan proses kegiatan dan umpan balik dari peserta. Bahan yang digunakan dalam kegiatan ini adalah data sampah yang telah dikumpulkan sebelumnya, yang mencakup jenis dan jumlah sampah yang ditemukan di Sungai Cisadane. Data ini akan digunakan sebagai contoh dalam demonstrasi aplikasi.

E. Rencana Evaluasi Kegiatan

Rencana evaluasi kegiatan dilakukan melalui survei pre dan post-aktivitas untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan sikap masyarakat terhadap pengelolaan sampah. Survei ini akan mencakup pertanyaan mengenai pemahaman peserta tentang pencemaran sampah, penggunaan teknologi dalam pengelolaan sampah, dan niat untuk berpartisipasi dalam kegiatan kebersihan di masa mendatang. Selain itu, umpan balik dari peserta akan dikumpulkan melalui diskusi kelompok terfokus untuk mengevaluasi efektivitas kegiatan dan memberikan masukan untuk kegiatan selanjutnya.

Dengan metode ini, diharapkan masyarakat dapat memahami dan menerapkan teknologi AI dalam pengelolaan sampah di lingkungan mereka, serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjaga kebersihan Sungai Cisadane.

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan di sepanjang Sungai Cisadane berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Hasil dari kegiatan ini dapat dibagi menjadi beberapa aspek, yaitu peningkatan pengetahuan masyarakat, partisipasi aktif dalam penggunaan aplikasi AI, dan umpan balik dari peserta.

1. Peningkatan Pengetahuan Masyarakat

Sebelum kegiatan, survei pre-aktivitas dilakukan untuk mengukur tingkat pengetahuan masyarakat mengenai pencemaran sampah dan teknologi AI. Hasil survei menunjukkan bahwa hanya 35% peserta yang memiliki pemahaman yang baik tentang dampak pencemaran sampah terhadap lingkungan. Setelah kegiatan, survei post-aktivitas menunjukkan peningkatan signifikan, di mana 80% peserta menyatakan bahwa mereka kini memahami pentingnya pengelolaan sampah dan bagaimana teknologi AI dapat membantu dalam proses tersebut. Peningkatan ini menunjukkan efektivitas penyuluhan yang dilakukan.

Tabel 1. Hasil survey peningkatan pengetahuan masyarakat

Aspek	Sebelum Kegiatan (Pre-Aktivitas)	Setelah Kegiatan (Post-Aktivitas)	Perubahan (%)
Jumlah Peserta	50	50	-
Persentase Pemahaman Baik	35% (17 peserta)	80% (40 peserta)	45%
Persentase Pemahaman Cukup	50% (25 peserta)	18% (9 peserta)	-32%
Persentase Pemahaman Kurang	15% (8 peserta)	2% (1 peserta)	-13%

2. Partisipasi Aktif dalam Penggunaan Aplikasi AI

Selama demonstrasi penggunaan aplikasi AI, peserta diberikan kesempatan untuk langsung berinteraksi dengan aplikasi tersebut. Dari 50 peserta yang ditemui, 90% berhasil menggunakan aplikasi untuk mendeteksi sampah di sungai. Mereka menunjukkan antusiasme yang tinggi dan aktif bertanya tentang cara kerja aplikasi. Hasil ini menunjukkan bahwa masyarakat tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran.

3. Umpan Balik dari Peserta

Umpan balik yang dikumpulkan melalui diskusi setelah kegiatan menunjukkan bahwa peserta merasa kegiatan ini sangat bermanfaat. Sebanyak 85% peserta menyatakan bahwa mereka akan menerapkan pengetahuan yang diperoleh dalam kehidupan sehari-hari, seperti lebih sadar akan pentingnya membuang sampah pada tempatnya dan berpartisipasi dalam kegiatan kebersihan di lingkungan mereka. Beberapa peserta juga mengusulkan agar kegiatan serupa dilakukan secara berkala untuk meningkatkan kesadaran masyarakat lebih lanjut.

Hasil kegiatan pengabdian masyarakat ini menunjukkan bahwa penyuluhan berbasis teknologi kecerdasan buatan (AI) dapat menjadi alat yang efektif dalam meningkatkan kesadaran dan pengetahuan masyarakat tentang pengelolaan sampah. Peningkatan pengetahuan yang signifikan setelah kegiatan menunjukkan bahwa masyarakat memiliki ketertarikan yang tinggi terhadap isu lingkungan, terutama ketika disajikan dengan cara yang

interaktif dan praktis. Penggunaan aplikasi AI dalam mendeteksi sampah memberikan pengalaman langsung kepada peserta, yang membuat mereka lebih memahami cara kerja teknologi tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pendekatan praktis dalam pendidikan lingkungan dapat meningkatkan pemahaman dan keterlibatan masyarakat. Dengan melibatkan masyarakat secara langsung, kegiatan ini tidak hanya memberikan pengetahuan, tetapi juga membangun rasa tanggung jawab bersama terhadap lingkungan.



Gambar 1. Observasi dan diskusi mengenai sampah sungai cisadane

Umpulan balik positif dari peserta juga menunjukkan bahwa masyarakat siap untuk berpartisipasi dalam upaya pelestarian lingkungan. Hal ini penting, mengingat partisipasi masyarakat merupakan kunci dalam keberhasilan program-program pengelolaan lingkungan. Dengan adanya kesadaran yang meningkat, diharapkan masyarakat akan lebih aktif dalam menjaga kebersihan Sungai Cisadane dan berkontribusi pada upaya pengurangan pencemaran.

Keberhasilan kegiatan ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam penggunaan teknologi AI untuk pengelolaan sampah di lingkungan lainnya. Salah satu potensi pengembangan adalah integrasi aplikasi AI dengan sistem pemantauan berbasis sensor yang dapat memberikan data real-time mengenai kondisi sampah di sungai. Dengan demikian, masyarakat dapat lebih cepat merespons masalah pencemaran yang muncul. Selain itu, pelatihan lanjutan dapat diadakan untuk meningkatkan keterampilan masyarakat dalam menggunakan teknologi ini, serta memperluas jangkauan aplikasi ke area lain yang juga menghadapi masalah pencemaran.

Pengembangan program kolaboratif dengan lembaga pendidikan dan organisasi lingkungan juga dapat dilakukan untuk menciptakan kurikulum yang lebih komprehensif mengenai pengelolaan sampah dan teknologi ramah lingkungan. Dengan melibatkan generasi muda, diharapkan kesadaran akan pentingnya menjaga lingkungan dapat ditanamkan sejak dini. Selain itu, kegiatan serupa dapat diperluas ke komunitas lain di sekitar Provinsi Banten, sehingga dampak positif dari program ini dapat dirasakan lebih luas. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan pengelolaan sampah di Sungai Cisadane dan lingkungan sekitarnya dapat terus ditingkatkan, menciptakan ekosistem yang lebih bersih dan sehat untuk generasi mendatang.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan di sepanjang Sungai Cisadane berhasil mencapai tujuan utama, yaitu meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat mengenai pencemaran sampah dan pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam pengelolaan sampah. Hasil survei menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman masyarakat, di mana persentase peserta yang memiliki pemahaman baik tentang dampak pencemaran sampah meningkat dari 35% menjadi 80% setelah kegiatan. Hal ini menunjukkan

bahwa pendekatan penyuluhan yang interaktif dan praktis, termasuk demonstrasi penggunaan aplikasi AI, efektif dalam mengedukasi masyarakat dan mendorong partisipasi aktif mereka dalam menjaga kebersihan lingkungan. Selain itu, umpan balik positif dari peserta menunjukkan bahwa masyarakat tidak hanya menerima informasi, tetapi juga siap untuk menerapkan pengetahuan yang diperoleh dalam kehidupan sehari-hari. Dengan adanya kesadaran yang meningkat, diharapkan masyarakat akan lebih aktif dalam berkontribusi pada upaya pelestarian lingkungan, khususnya dalam pengelolaan sampah di Sungai Cisadane. Keberhasilan kegiatan ini menegaskan pentingnya kolaborasi antara masyarakat, pemerintah, dan akademisi dalam menciptakan solusi berkelanjutan untuk masalah lingkungan, serta membuka peluang untuk kegiatan serupa di masa mendatang guna memperkuat kesadaran dan keterampilan masyarakat dalam pengelolaan lingkungan. Untuk mereplikasi dan mengembangkan program serupa di wilayah lain, disarankan agar dilakukan pemetaan wilayah untuk mengidentifikasi titik kritis pencemaran, melibatkan lembaga pendidikan dalam integrasi materi pengelolaan sampah ke dalam kurikulum, serta menyelenggarakan pelatihan berkelanjutan bagi masyarakat tentang penggunaan teknologi AI. Selain itu, pengembangan aplikasi deteksi sampah yang adaptif dan mudah diakses, serta kampanye kesadaran yang melibatkan berbagai elemen masyarakat, sangat penting untuk meningkatkan partisipasi. Terakhir, sistem monitoring dan evaluasi yang efektif harus diterapkan untuk menilai dampak program dan melakukan perbaikan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

Badan Pusat Statistik. (22 C.E.). *Volume Sampah yang Terangkut per Hari Menurut Jenis Sampah.*

Demetriou, D., Mavromatidis, P., Robert, P., Papadopoulos, H., Petrou, M., & Nicolaides, D. (2023). Real-time construction demolition waste detection using state-of-the-art deep learning methods; single - Stage vs two-stage detectors. *Waste Management*, 167, 194–203. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4330569>

Farjoudi, Z., Moridi, A., & Sarang, A. (2020). Multi-objective waste load allocation in river system under inflow uncertainty. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18, 1549–1560. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02897-5>

Lebreton, L., & Andrade, A. (2019). Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. *Palgrave Communications*, 5. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0212-7>

Xiong, W., Ni, P., Chen, Y., Gao, Y., Li, S., & Zhan, A. (2019). Biological consequences of environmental pollution in running water ecosystems: A case study in zooplankton. *Environmental Pollution*, 252 Pt B, 1483–1490.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.06.055>

Zailan, N., Azizan, M., Hasikin, K., Khairuddin, A. M., & Khairuddin, U. (2022). An automated solid waste detection using the optimized YOLO model for riverine management. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.907280>

Badan Pusat Statistik. (22 C.E.). *Volume Sampah yang Terangkut per Hari Menurut Jenis Sampah.*

Demetriou, D., Mavromatidis, P., Robert, P., Papadopoulos, H., Petrou, M., & Nicolaides, D. (2023). Real-time construction demolition waste detection using state-of-the-art deep learning methods; single - Stage vs two-stage detectors. *Waste Management*, 167, 194–203. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4330569>

Farjoudi, Z., Moridi, A., & Sarang, A. (2020). Multi-objective waste load allocation in river system under inflow uncertainty. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18, 1549–1560. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02897-5>

Lebreton, L., & Andrade, A. (2019). Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. *Palgrave Communications*, 5. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0212-7>

Xiong, W., Ni, P., Chen, Y., Gao, Y., Li, S., & Zhan, A. (2019). Biological consequences of

environmental pollution in running water ecosystems: A case study in zooplankton.

Environmental Pollution, 252 Pt B, 1483–1490.

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.06.055>

Zailan, N., Azizan, M., Hasikin, K., Khairuddin, A. M., & Khairuddin, U. (2022). An automated solid waste detection using the optimized YOLO model for riverine management. *Frontiers in Public Health, 10.* <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.907280>