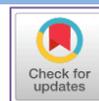


## Mendidik generasi yang peduli lingkungan: Pelajaran dari TPA untuk rumah dan sekolah



Ahmad Fauzi <sup>1,2 a \*</sup>, Margareta Rahayuningsih <sup>1, b</sup>, Aditya Marianti <sup>1, c</sup>

<sup>1</sup> Universitas Negeri Semarang. Sekaran Gunung Pati, Semarang, Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta, Indonesia

<sup>a</sup> [fauziuns@students.unnes.ac.id](mailto:fauziuns@students.unnes.ac.id); <sup>b</sup> [etak\\_sigid@mail.unnes.ac.id](mailto:etak_sigid@mail.unnes.ac.id); <sup>c</sup> [aditya.marianti.am@mail.unnes.ac.id](mailto:aditya.marianti.am@mail.unnes.ac.id)

\* Corresponding Author

Receipt: 2 June 2024; Revision: 2 July 2024; Accepted: 25 August 2024

**Abstrak:** Tujuan penelitian ini adalah (1) menganalisis penerapan etika lingkungan dalam pengelolaan sampah di TPA Ngronggo, Salatiga dan (2) mendeskripsikan peluang penerapan etika lingkungan di lingkungan rumah dan sekolah. Jenis Penelitian ini adalah penelitian survei. Teknik pengambilan data dilakukan dengan teknik observasi, wawancara, dan angket. Subjek penelitian ini adalah pengelola TPA Ngronggo, guru dan siswa SMP Muhammadiyah Plus Salatiga, serta warga di sekitar TPA Ngronggo, Salatiga. Data penelitian dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian ini adalah (1) TPA Ngronggo sudah menerapkan etika lingkungan ekosentrisme dalam pengelolaan sampah, tetapi masih membutuhkan usaha untuk meningkatkan efektivitasnya karena umur TPA yang sudah tua dan kapasitas sampah yang sudah melebihi batas maksimal sehingga efek pencemaran sampah tetap terjadi; (2) penerapan etika lingkungan di TPA Ngronggo, Salatiga dapat menjadi bahan studi kasus tentang pengembangan model pengelolaan sampah di lingkungan rumah dan sekolah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model pengelolaan sampah berbasis etika lingkungan di TPA berpotensi diterapkan di lingkungan sekitar rumah dan sekolah.

**Kata Kunci:** Etika; Lingkungan; TPA; Model; Pengelolaan; Sampah; Siswa

## Educating an Environmentally Conscious Generation: Lessons from Landfills for Homes and Schools

**Abstract:** The objectives of this study are (1) to analyze the application of environmental ethics in waste management at the Ngronggo landfill, Salatiga, and (2) to describe the opportunities for applying environmental ethics in home and school environments. This research is a survey study. Data collection techniques included observation, interviews, and questionnaires. The subjects of this research were the managers of the Ngronggo landfill, teachers and students of SMP Muhammadiyah Plus Salatiga, and residents around the Ngronggo landfill, Salatiga. The research data were analyzed descriptively. The results of this study are: (1) the Ngronggo landfill has applied ecocentric environmental ethics in waste management, but still needs efforts to improve its effectiveness due to the old age of the landfill and the waste capacity that has exceeded the maximum limit, resulting in ongoing pollution effects; (2) the application of environmental ethics at the Ngronggo landfill, Salatiga can serve as a case study for developing a waste management model in home and school environments. The results of this study indicate that the waste management model based on environmental ethics at the landfill has the potential to be applied in surrounding home and school environments.

**Keywords:** Environmental; Ethics; Landfill; Management; Model; Waste; Students

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



## PENDAHULUAN

Zaman modern ditandai oleh kemajuan teknologi yang cepat yang mengakibatkan berbagai dampak seperti adanya masalah lingkungan, khususnya masalah sampah yang semakin memprihatinkan (Hoorweg et al., 2013). Pertumbuhan populasi yang cepat, urbanisasi yang meluas, dan gaya hidup yang semakin konsumtif menjadi faktor-faktor pemicu peningkatan produksi sampah. Produksi sampah padat global pada tahun 2016 mencapai sekitar 2 miliar ton. Peningkatan sampah hingga 70% diproyeksikan akan terjadi pada 2050 jika tidak ada tindakan signifikan untuk mengatasi masalah ini (Kaza et al., 2018).

Pengelolaan sampah yang tidak dikelola dengan baik akan berdampak sangat serius. Sampah yang tidak dikelola secara efektif dapat mencemari lingkungan, merusak ekosistem alami, mengganggu keseimbangan lingkungan, dan mengancam keberlanjutan sumber daya alam. Selain itu, sampah juga dapat menjadi sarang penyakit dan menimbulkan risiko kesehatan bagi masyarakat. Sistem pengelolaan sampah yang tidak efektif menyebabkan penumpukan sampah yang pada akhirnya dapat menyebabkan banjir dan tanah longsor, terutama di wilayah perkotaan (United Nations Environment Programme, 2016).

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah merupakan bagian integral dari infrastruktur pengelolaan sampah di seluruh dunia. TPA yang diharapkan dapat menampung dan mengolah sampah secara efisien seringkali malah menjadi sumber masalah, seperti pencemaran lingkungan (Sankoh et al., 2013). Tanah di sekitar TPA dapat terkontaminasi oleh limbah kimia atau logam berat yang mengancam ekosistem alami dan kesehatan manusia. Pencemaran air juga menjadi permasalahan serius, terutama jika TPA tidak dilengkapi dengan sistem pengolahan limbah yang memadai. Air yang terkontaminasi limbah dari TPA dapat mencemari sumber air tanah dan permukaan sehingga berpotensi membahayakan kesehatan masyarakat yang bergantung pada air tersebut untuk pemenuhan kehidupan sehari-hari (European Environment Agency, 2012). TPA juga menjadi sumber produksi gas rumah kaca yang berbahaya, seperti metana yang dapat meningkatkan pemanasan global (Harjanti & Anggraini, 2020). Emisi gas rumah kaca dari TPA tidak hanya berdampak negatif terhadap perubahan iklim global, tetapi juga meningkatkan risiko bencana lingkungan, seperti banjir dan tanah longsor. Oleh karena itu, pengelolaan gas tersebut menjadi perhatian utama dalam upaya meminimalkan dampak lingkungan dari TPA. TPA juga sering menjadi sumber konflik sosial dengan masyarakat sekitar. Lokasi TPA yang terletak di pinggiran kota atau daerah pedesaan seringkali menyebabkan gangguan dan ketidaknyamanan bagi penduduk sekitar (Putri, 2021).

Pendidikan, terutama pendidikan kesehatan, memiliki potensi besar untuk mengubah perilaku siswa agar lebih peduli terhadap kebersihan lingkungan dan aktif dalam mengelola limbah (Yuniarti et al., 2023). Dengan memiliki pemahaman yang baik tentang lingkungan, kesadaran siswa terhadap pentingnya menjaga lingkungan dan bertindak secara bertanggung jawab terhadap limbah juga akan meningkat, yang pada gilirannya berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan. Kolaborasi antara pemerintah, lembaga pendidikan, tenaga kesehatan, dan masyarakat sangat penting untuk meningkatkan kesehatan masyarakat secara keseluruhan (Saputra & Fatmala, 2022). Upaya untuk meningkatkan kesadaran akan pola hidup sehat melalui pengelolaan kebersihan lingkungan menjadi sangat penting karena kebersihan lingkungan sangat dipengaruhi oleh pengelolaan sampah di lingkungan (Rayyan et al., 2021) dan (Mugambe et al., 2022). Pengelolaan sampah telah menjadi perhatian utama dari berbagai pihak, termasuk

para peneliti di berbagai bidang, seperti sains, kesehatan, dan pendidikan (Ariefahnoor et al., 2020; Yuniarti et al., 2023; Montororing et al., 2023; Selan et al., 2022 Simatupang & Paramita, 2023).

Etika lingkungan adalah cabang filsafat yang mempelajari hubungan moral antara manusia dan lingkungan serta bagaimana manusia seharusnya berperilaku terhadap alam dan komponennya (DesJardins, 2019). Etika lingkungan mencakup tiga prinsip utama, yaitu antroposentrisme, biosentrisme, dan ekosentrisme. Antroposentrisme menempatkan manusia sebagai pusat nilai moral dengan melihat lingkungan dari perspektif manfaat bagi manusia. Biosentrisme mempertimbangkan aspek moral pada semua makhluk hidup, menghargai nilai intrinsik setiap bentuk kehidupan. Adapun ekosentrisme mengakui nilai intrinsik seluruh komponen ekosistem termasuk unsur biotik dan abiotik dan menekankan pentingnya menjaga keutuhan, stabilitas, dan keindahan ekosistem alam (DesJardins, 2019). Penerapan prinsip-prinsip etika lingkungan sangat penting dalam mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh TPA. Prinsip-prinsip tersebut mendorong praktik pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan bertanggung jawab dengan memperhatikan kepentingan masyarakat lokal (Hidayatullah, 2022). Etika lingkungan membentuk perilaku individu dan masyarakat dalam mengelola sampah, meningkatkan kesadaran akan dampak negatif perilaku konsumtif dan pembuangan sampah yang tidak bertanggung jawab, serta mendorong pemilahan dan daur ulang sampah (Robbins et al., 2022). Penerapan etika lingkungan diharapkan dapat mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke TPA, mendukung konservasi sumber daya alam, dan menciptakan budaya yang menghargai alam (Jamieson, 2008; DesJardins, 2019)).

Pentingnya pemahaman dan penerapan etika lingkungan semakin diakui, tetapi upaya minimalisasi produksi sampah masih menjadi tantangan (Yaashikaa & Kumar, 2022). Diperlukan pendidikan dan sosialisasi lebih besar untuk meningkatkan kesadaran dan mempromosikan praktik ramah lingkungan dalam pengelolaan sampah (DesJardins, 2019). TPA seharusnya tidak hanya berfungsi sebagai tempat pembuangan sampah, tetapi juga sebagai laboratorium nyata untuk mengajarkan etika lingkungan kepada siswa. Kunjungan dan kegiatan edukasi di TPA membantu siswa memahami dampak negatif pembuangan sampah yang tidak bertanggung jawab. Sekolah dapat mengembangkan program pembelajaran yang relevan dengan menjadikan TPA sebagai model pengelolaan sampah, termasuk aktivitas pengurangan sampah, pemilahan, daur ulang, dan kampanye lingkungan. Hal tersebut terbukti efektif dalam meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab siswa terhadap lingkungan (Purnami, 2021). Berbagai model pembelajaran yang dapat meningkatkan kepedulian siswa terhadap lingkungan sebagai indikator pemahaman dan penerapan etika sangat penting diterapkan lebih luas. Sikap peduli lingkungan dapat ditumbuhkan dengan penerapan model pembelajaran *outdoor learning* melalui wisata *edutainment* (Sajidan et al., 2022). Sikap peduli lingkungan dan kemampuan pemecahan masalah siswa dapat ditingkatkan dengan penerapan model *problem based learning* bernuansa jelajah alam sekitar (Sukmawati et al., 2023).

Berdasarkan hasil observasi awal, ditemukan beberapa permasalahan yang disebabkan oleh TPA Ngronggo, Salatiga. Masyarakat di sekitar TPA mengeluhkan pencemaran udara karena aroma sampah yang busuk dan asap pembakaran sampah. Masyarakat juga sangat terganggu dengan serbuan lalat di musim hujan. Masalah lain yang dihadapi oleh masyarakat di sekitar TPA Ngronggo adalah air sungai yang menjadi sangat keruh sehingga masyarakat tidak berani lagi menggunakan air sungai tersebut untuk kebutuhan sehari-hari atau pun untuk memberi minum ternaknya.

Masalah lingkungan akibat pengelolaan sampah di TPA sangat serius dan mendesak, seperti yang terjadi di TPA Ngronggo, Salatiga, dengan pencemaran udara dan air yang meresahkan masyarakat sekitar. Penerapan etika lingkungan dalam pengelolaan sampah di TPA merupakan solusi penting untuk menangani dampak negatif tersebut. Prinsip-prinsip etika lingkungan mendorong praktik pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan bertanggung jawab, yang tidak hanya mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke TPA, tetapi juga mendukung konservasi sumber daya alam dan menciptakan budaya menghargai lingkungan.

TPA memiliki potensi besar sebagai media pembelajaran etika lingkungan. Kunjungan dan kegiatan edukasi tentang pengelolaan sampah di TPA memberikan pengalaman nyata bagi siswa tentang dampak buruk pembuangan sampah yang tidak bertanggung jawab. Selain itu, kegiatan tersebut juga mengajarkan pentingnya pemilahan dan daur ulang sampah kepada siswa. Dengan menjadikan TPA sebagai model pengelolaan sampah, sekolah dapat mengembangkan program pembelajaran yang efektif, seperti pengurangan sampah, pemilahan, daur ulang, dan kampanye lingkungan, yang terbukti meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab siswa terhadap lingkungan.

Banyak penelitian telah membahas pengelolaan sampah dan dampaknya terhadap lingkungan. Sampah di TPA merugikan lingkungan hidup, kondisi tanah, dan kehidupan sosial (Sukrorini, et al., 2014). Sistem *open dumping* dan *controlled landfill* di TPA masih menyebabkan masalah lingkungan sekitar (Priatna et al., 2020). Untuk mengurangi dampak negatif TPA, penerapan etika lingkungan penting untuk mencegah pencemaran dan mendorong kerja sama antara pemerintah dan warga dalam pengelolaan sampah (Saraswati & Pinem, 2019). Dalam kaitannya dengan peran siswa dalam pengelolaan sampah, studi menunjukkan bahwa 74,38% siswa memiliki pemahaman sedang (Amaliyah et al., 2021). Rendahnya pemahaman siswa menunjukkan pentingnya peran sekolah dalam meningkatkan kesadaran siswa tentang etika lingkungan melalui kegiatan yang relevan (Salwa & Noviana, 2019). Hingga kini, belum ada penelitian yang mengeksplorasi penggunaan studi kasus pengelolaan sampah di TPA untuk meningkatkan penerapan etika lingkungan di kalangan siswa.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk (1) menganalisis penerapan etika lingkungan dalam pengelolaan sampah di TPA Ngronggo Salatiga; dan (2) mendeskripsikan peluang penerapan etika lingkungan di sekolah dan rumah berdasarkan hasil analisis studi kasus tentang penerapan etika lingkungan dalam pengelolaan sampah di TPA Ngronggo, Salatiga. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah (1) memberikan gambaran tentang penerapan etika lingkungan dalam pengelolaan sampah di TPA Ngronggo, Salatiga; (2) memberikan masukan kepada pengelola TPA Ngronggo, Salatiga tentang pengelolaan sampah yang memperhatikan etika lingkungan sesuai peraturan pemerintah; dan (3) memberikan masukan kepada sekolah dari tingkat dasar sampai menengah tentang cara-cara penerapan etika lingkungan dalam pengelolaan sampah di lingkungan keluarga, sekolah, dan masyarakat.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian survei. Penelitian survei dilakukan untuk memperoleh gambaran tentang kecenderungan, perilaku, atau opini dari suatu kelompok atau populasi tertentu (Creswell, 2014). Lokasi penelitian ini adalah TPA Ngronggo, Salatiga dengan alamat Dusun Ngronggo, Kelurahan Kumpulrejo, Kecamatan Argomulyo, Kota Salatiga. TPA Ngronggo dipilih menjadi obyek penelitian berdasarkan

pertimbangan bahwa TPA Ngronggo merupakan salah satu TPA yang berumur lebih dari 25 tahun yang masih dapat digunakan untuk mengelola sampah.

Subjek penelitian ini adalah pengelola TPA Ngronggo, Salatiga sebanyak tiga orang, dua guru dan 68 siswa SMP Muhammadiyah Plus Salatiga, serta dua warga di sekitar TPA Ngronggo, Salatiga yang biasa menggunakan air sungai yang mengalir di samping TPA Ngronggo. Siswa SMP Muhammadiyah Plus Salatiga dipilih menjadi salah satu subyek penelitian ini berdasarkan pertimbangan bahwa SMP Muhammadiyah Plus Salatiga merupakan salah sekolah yang menerapkan berbagai program pengelolaan sampah yang harus dijalankan oleh siswanya, seperti sedekah sampah yang dilakukan setiap hari Jumat.

Teknik pengambilan data dilakukan dengan teknik observasi, wawancara, dan angket. Observasi dilakukan dengan mengamati proses pengelolaan sampah dan kondisi lingkungan di sekitar TPA. Wawancara dilakukan terhadap pengelola TPA, guru, dan warga di sekitar TPA. Adapun angket disebarakan kepada siswa. Penyebaran angket dilakukan untuk mengetahui pemahaman siswa tentang etika lingkungan dan kebiasaan siswa dalam mengelola sampah. Angket tersebut diadopsi dari indikator pemahaman etika lingkungan yang dikembangkan (Keraf, 2010).

Data penelitian dianalisis secara deskriptif. Data observasi dari TPA Ngronggo di Salatiga dikumpulkan dengan mencatat kondisi lapangan dan kegiatan pengelolaan sampah, yang kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi praktik etika lingkungan yang diterapkan. Wawancara dengan tiga pengelola TPA, dua guru, dan dua warga di sekitar TPA ditranskripsi dan dianalisis menggunakan analisis tematik untuk menggali pandangan dan pengalaman mereka terkait pengelolaan sampah. Jawaban angket siswa dikoding kemudian diolah dengan menggunakan Microsoft Excel untuk menentukan kategori, rata-rata, dan standar deviasinya. Pengelompokan pemahaman siswa mengenai etika lingkungan dalam penelitian ini terbagi menjadi tiga kategori: kurang baik, baik, dan sangat baik. Panduan kriteria penilaian ini mengacu pada pendapat (Azwar, 2012):

$X \leq (M-1SD)$	kurang baik
$(M-1SD) < X < (M + 1SD)$	baik
$X \geq (M + 1SD)$	sangat baik

X adalah skor, M adalah skor rata-rata, dan SD adalah standar deviasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### Sistem Pengelolaan Sampah di Luar TPA Ngronggo dan Dampaknya

Sebelum sampah dikirim ke TPA Ngronggo, Salatiga terdapat beberapa proses yang dilakukan oleh warga dan petugas. Proses tersebut meliputi pewadahan, pengumpulan, pemilahan, pemindahan, dan pengangkutan sampah ke TPA. Warga menyediakan wadah untuk menyimpan sampah di rumah mereka. Kemudian petugas mengumpulkannya setiap hari menggunakan motor roda tiga atau mobil *pick up*. Sampah kemudian dibawa ke tempat pengumpulan sampah (TPS) untuk dipilah. Di antara 35 TPS di Kota Salatiga, hanya ada 2 TPS yang menerapkan prinsip 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*). Di TPS yang menerapkan 3R tersebut warga dan petugas memilah sampah berdasarkan jenisnya untuk memudahkan proses pengelolaan dan mengurangi dampak lingkungan. Kemudian sampah yang sudah dipisahkan akan dipindahkan ke TPA. Namun, di TPS lainnya, pemulung akan memilah sampah yang dibuang oleh warga dan

sisanya akan diangkut menggunakan truk sampah ke TPA Ngronggo, Salatiga dengan memperhatikan etika lingkungan, seperti pemasangan jaring pada bagian atas bak truk atau penggunaan truk dengan bak tertutup untuk mencegah sampah tercecer di jalan.

### Sistem Pengelolaan Sampah di dalam TPA Ngronggo

TPA Ngronggo di Salatiga menggunakan metode *controlled landfill* untuk pengolahan sampah. Proses dimulai dengan pemeriksaan, penimbangan, dan pencatatan truk sampah yang masuk. Sampah kemudian dibongkar dan dipilah oleh pemulung untuk mengumpulkan barang yang memiliki nilai ekonomis. Sampah yang tidak dapat dimanfaatkan ditaruh di tengah area dan diratakan oleh alat berat. TPA Ngronggo juga mengolah sampah organik menjadi kompos yang digunakan sebagai pupuk organik untuk pertanian. Pengelolaan sampah di TPA Ngronggo melibatkan beberapa langkah pengamanan, seperti penutupan lapisan sampah dengan tanah urug minimal seminggu sekali dan pengaturan sistem drainase untuk mengurangi risiko pencemaran lingkungan sekitar. TPA Ngronggo dilengkapi dengan geomembran untuk mencegah kebocoran air lindi ke dalam tanah, serta cerobong pembuangan gas untuk mengurangi risiko ledakan gas metana dan memastikan keamanan lingkungan sekitar.

### Pengelolaan Lindi di TPA Ngronggo

Instalasi Pengolahan Air Lindi (IPAL) merupakan bagian integral dari upaya penanganan sampah di TPA Ngronggo. IPAL berfungsi mengolah air lindi yang terbentuk dari air hujan yang masuk ke zona aktif TPA. Zona IPAL terdiri atas serangkaian bak dengan fungsi masing-masing. Bak penampung 1 berperan sebagai penerima air lindi dari zona aktif dengan kedalaman 9 meter untuk memungkinkan aliran gravitasi ke bak ini. Bak Penyaringan berfungsi menyaring benda-benda kasar sebelum masuk tahap pengolahan berikutnya. Bak penampung 2 menerima air lindi dari bak penyaringan dan outlet dari bak maturasi IPLT (Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja). Bak Pengendapan menampung sedimentasi, sementara bak fakultatif menerima air limbah yang telah terolah untuk proses lebih lanjut. Bak filtrasi menggunakan kerikil sebagai penyaring untuk menyaring polutan kecil. Bak maturasi adalah kolam pematangan yang mengolah limbah cair dengan prinsip aerobik setelah proses sebelumnya. Bak outlet berfungsi sebagai penampung hasil pengolahan air lindi sebelum dialirkan ke saluran menuju sungai di bawah TPA. Proses pengaliran antarbak menggunakan sistem gravitasi, kecuali dari bak penampung 1 ke bak penyaringan yang menggunakan pompa. Dengan demikian, Zona IPAL merupakan bagian krusial dalam upaya pengolahan air lindi di TPA Ngronggo untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sekitar.

### Pengelolaan IPLT di TPA Ngronggo

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di TPA Ngronggo merupakan bagian penting yang dikelola oleh Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang di Unit Pelaksana Teknis (UPT) TPA dan IPLT Ngronggo. IPLT berfungsi mengelola limbah lumpur tinja dari rumah tangga di Kota Salatiga. TPA didukung oleh truk pemerintah dan swasta untuk pengangkutan lumpur tinja. Rata-rata volume tinja yang dibuang ke IPLT oleh truk pemerintah adalah 8 m<sup>3</sup>/hari dan dari pihak swasta sebanyak 12 m<sup>3</sup>/hari. IPLT Ngronggo memiliki beberapa bak pengolahan dengan fungsi spesifik dalam proses pengolahan limbah. Proses dimulai dari bak *unloading*, kemudian ke bak *anaerob*, bak fakultatif, bak maturasi, dan terakhir bak pengeringan. Proses ini dilakukan bertahap dan teratur sesuai dengan tahapan yang ditetapkan untuk mengolah limbah secara efisien dan

aman bagi lingkungan sekitar, serta mengurangi dampak negatif pencemaran lingkungan yang dapat ditimbulkan oleh limbah tinja. Dengan demikian, IPLT Ngronggo berperan penting dalam menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan di Kota Salatiga.

### Dampak Sistem Pengelolaan Sampah di TPA Ngronggo Terhadap Lingkungan, Ekonomi, dan Sosial

Sistem pengelolaan sampah di TPA Ngronggo memiliki dampak yang signifikan terhadap lingkungan, ekonomi, dan sosial. Dampak terhadap lingkungan, terutama pencemaran udara dan air, telah menjadi perhatian utama. Warga di sekitar TPA terutama di Desa Ngronggo, Ngemplak, Belon, dan Randuacir hampir setiap hari terpapar bau tidak sedap dari tumpukan sampah. Selain itu, air Sungai Ngaglik yang berada di samping TPA Ngronggo telah tercemar oleh air lindi dari TPA dan pengolahan limbah tinja yang meluap ke sungai. Akibatnya, air sungai terlihat keruh dengan warna kuning kehitaman yang menunjukkan tingkat pencemaran cukup tinggi. Terkadang, di sungai juga terdapat sampah yang terbawa dari TPA melalui saluran air drainase sehingga menyebabkan pencemaran visual dan lingkungan yang lebih lanjut.



**Gambar 1.** Kondisi TPA Ngronggo yang sudah melebihi kapasitasnya

Gambar 1 menunjukkan gunung sampah di TPA Ngronggo. Menurut Kepala TPA Ngronggo umur TPA didesain hanya untuk 25 tahun. Namun, saat ini TPA sudah berumur hampir 30 tahun dan masih dipakai. Hal tersebut akhirnya menimbulkan masalah tersendiri. Tumpukan sampah yang menggunung ini jika tidak segera diatasi dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti banjir dan tanah longsor (United Nations Environment Programme, 2016) dan berbagai penyakit (Sankoh et al., 2013). Masalah yang terjadi adalah metode *Controlled Landfill* yang tidak bisa lagi diterapkan jika sampah menggunung begitu tinggi karena sudah tidak bisa lagi ditutup dengan tanah. Hasil wawancara dengan sopir operator *bulldozer* menunjukkan bahwa bau sampah tidak bisa dihindari karena banyaknya volume sampah yang harus dibolak-balik dengan *bulldozer*. Waktu penumpukan sampah yang cukup lama sehingga terkena panas matahari dan hujan menyebabkan timbulnya bau sampah yang tidak sedap, terutama ketika terjadi proses perataan atau pembalikan sampah.

Gambar 2, 3, dan 4 memperlihatkan kondisi air sungai di sekitar TPA Ngronggo. Gambar 2 menunjukkan sungai di atas TPA yang masih bersih dan jernih. Gambar 3 menunjukkan air sungai yang berwarna keruh dan kuning di samping TPA akibat campuran limbah dari IPAL dan IPLT. Gambar 4 menunjukkan sungai sekitar 1 km di bawah TPA dengan air sungai berwarna hitam dan kuning pekat serta endapan lumpur di dasarnya. Kondisi air sungai ini mengindikasikan adanya pencemaran sungai karena

air lindi dari IPAL dan IPLT yang belum memenuhi standar. Wawancara dengan warga sekitar juga menyoroti dampak negatif pengolahan sampah terhadap Sungai Ngaglik.



**Gambar 2.** Foto aliran sungai sekitar 300 meter sebelum TPA Ngronggo



**Gambar 3.** Foto aliran sungai di samping TPA Ngronggo



**Gambar 4.** Foto aliran sungai sekitar 1 km setelah TPA Ngronggo

Awalnya, sungai ini jernih dan berfungsi sebagai sumber air bersih bagi masyarakat, tetapi setelah operasional TPA sejak tahun 2010, sungai mengalami perubahan signifikan menjadi keruh dan tercemar sampah. Meskipun TPA menciptakan lapangan kerja bagi pemulung, keberadaan mereka menyebabkan masalah pembuangan sampah yang

semakin rumit dan mengancam efisiensi TPA serta lingkungan. Selain itu, dampak sosialnya juga signifikan, adanya bau tidak sedap dan pencemaran lingkungan menciptakan ketegangan di antara masyarakat.

### Penanganan Terhadap Dampak Sistem Pengelolaan Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Penerapan etika lingkungan merupakan bagian dari upaya pengelolaan sampah yang berkelanjutan. TPA Ngronggo telah mengambil langkah konkret dengan melarang pembakaran sampah di area TPA karena berdampak negatif terhadap udara dan lingkungan. Penyemprotan enzim dilakukan untuk mempercepat pemrosesan sampah dan mengurangi bau. Namun demikian, karena volume sampah yang terlalu banyak, bau sampah masih menjadi masalah terutama di malam hari akibat proses pembalikan sampah. Penyebaran lalat sebagai akibat dari proses pengolahan sampah juga menjadi tantangan bagi kesehatan masyarakat di sekitar TPA, terutama pada musim hujan.

Berdasarkan analisis penerapan etika lingkungan di TPA Ngronggo dimulai dari proses pengelolaan sampah di luar TPA, pengelolaan sampah di dalam TPA, pengelolaan lindi, pengolahan IPLT, dan penanganan terhadap dampak sistem pengelolaan sampah terhadap lingkungan dapat dikemukakan bahwa TPA Ngronggo Salatiga telah menerapkan etika lingkungan ekosentrisme dalam pengelolaan sampah. TPA Ngronggo menunjukkan upaya mengelola sampah dengan selalu memperhatikan seluruh komponen ekosistem demi menjaga keutuhan dan stabilitas alam.

### Peluang Implikasi Penerapan Hasil Studi Kasus Penerapan Etika Lingkungan di TPA Ngronggo di Lingkungan, Rumah dan Sekolah

Hasil analisis angket terhadap pemahaman siswa tentang etika lingkungan menunjukkan bahwa siswa memiliki pemahaman yang baik tentang etika lingkungan. Distribusi pemahaman siswa tentang etika lingkungan secara detail diuraikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Distribusi skor pemahaman siswa tentang etika lingkungan

Kriteria	Persentase
Kurang baik	10,3
Baik	82,4
Sangat baik	7,4

Tabel 1 menunjukkan mayoritas siswa memahami etika lingkungan. Berdasarkan Tabel 1 dapat dikemukakan bahwa siswa memiliki pemahaman yang baik tentang etika lingkungan dengan skor rata-rata 82,4. Hanya 10,3% responden yang memiliki pemahaman kurang. Adapun, 7,4% responden memiliki pemahaman sangat baik. Pemahaman siswa pada tiap indikator etika lingkungan disajikan dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Distribusi skor pemahaman siswa pada tiap indikator etika lingkungan

No.	Indikator	Skor Rata-Rata
1.	Sikap menghormati alam	85,4
2.	Tanggung jawab	82,1
3.	Solidaritas, kasih sayang dan kepedulian terhadap alam	83,5
4.	Tidak merugikan, hidup sederhana dan selaras dengan alam	82,6
5.	Keadilan demokrasi	84,2
6.	Integritas moral	77,0

Berdasarkan Tabel 2 dapat dikemukakan bahwa siswa memiliki pemahaman tertinggi untuk indikator sikap hormat kepada alam dengan skor rata-rata 85,4. Siswa memiliki pemahaman yang paling rendah pada indikator integritas moral dengan skor

rata-rata 77,0. Rendahnya pemahaman pada siswa pada indikator integritas moral menunjukkan pentingnya peran sekolah untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang etika lingkungan. Hasil analisis terhadap angket kebiasaan pengelolaan sampah oleh siswa menunjukkan bahwa 39,7% responden belum tahu nama TPA Salatiga, 27,9% pernah berkunjung ke TPA, 8,8% belum mendapatkan pelajaran pengelolaan sampah, dan 29,4% belum mendapat sosialisasi tentang pengolahan sampah. Praktik pengelolaan sampah di rumah juga bervariasi, dengan 25,9% menggunakan tong sampah, 24,1% membakar, 22,4% menggunakan TPS, dan 27,6% menggabungkan antara membakar sampah dan menggunakan TPS sesuai keadaan. Data tersebut mencerminkan kebutuhan siswa akan edukasi pengolahan sampah, baik di lingkungan sekolah maupun di lingkungan rumah siswa.

Hasil wawancara dengan guru menunjukkan bahwa sekolah telah berusaha menanamkan kesadaran etika lingkungan kepada siswa melalui berbagai cara, seperti sosialisasi pentingnya membuang sampah dengan benar, memasang papan peringatan untuk membuang sampah pada tempatnya, menyediakan tempat sampah sesuai jenis sampah, dan program sedekah sampah setiap Jumat untuk melatih siswa memilah sampah dari rumah. Selain itu, siswa juga dilatih menerapkan prinsip 3R dalam pengelolaan sampah. Guru sangat setuju bahwa studi kasus penerapan etika lingkungan di TPA dapat digunakan sebagai model pengelolaan sampah berbasis etika lingkungan melalui pembelajaran berbasis studi kasus atau proyek di berbagai mata pelajaran lingkungan. Dengan mengetahui masalah di TPA, siswa diajak berpikir bagaimana menangani sampah sejak di rumah atau sekolah agar TPA tidak penuh, dengan menerapkan etika lingkungan, seperti 3R.

## Pembahasan

### Penerapan Etika Lingkungan dalam Pengelolaan Sampah di TPA Ngronggo Salatiga

Dampak sistem pengelolaan sampah di TPA Ngronggo Salatiga terhadap lingkungan, ekonomi, dan sosial menunjukkan bahwa metode *controlled landfill*, meskipun lebih baik daripada *open dumping* karena menggunakan lapisan tanah untuk menutup sampah secara bertahap, masih tidak efektif. Pencemaran udara dan air sungai di sekitar TPA menjadi masalah serius. Sementara, sistem drainase dan pengolahan air lindi yang menghasilkan air limbah yang belum memenuhi standar baku mutu menyebabkan pencemaran air sungai yang secara visual dapat diamati, yaitu air sungai tampak keruh dan kehitaman. Keberadaan TPA telah memberikan pekerjaan bagi pemulung, tetapi juga menyebabkan timbulnya bau tidak sedap yang mengganggu warga sekitar. Kehadiran pemulung memang dapat membantu memilah sampah dan mengurangi sampah yang di buang di TPA, tetapi kehadiran pemulung ini mengganggu sistem pengelolaan sampah dan timbulnya industri informal pengelolaan sampah (Fan et al., 2019; Zhang et al., 2019). Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dilakukan tindakan lebih lanjut untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah dan memperkuat kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan pihak terkait. Upaya seperti pembatasan pembakaran sampah dan penyemprotan enzim untuk mengurangi bau sudah dilakukan, tetapi masih memerlukan peningkatan. Selain itu, perlu dipertimbangkan pembukaan lahan baru atau perluasan TPA untuk mengatasi kapasitas yang hampir penuh. Hal tersebut penting untuk menjaga keberlanjutan lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar (Liu et al., 2017).

### Peluang Perapan Etika Lingkungan di Rumah dan Sekolah

Hasil analisis data angket kebiasaan siswa dalam mengelola sampah di rumah dan pemahaman siswa tentang etika lingkungan menunjukkan bahwa siswa memiliki pemahaman yang baik tentang etika lingkungan. Siswa memiliki pemahaman tertinggi untuk indikator sikap hormat kepada alam dan memiliki pemahaman yang paling rendah pada indikator integritas moral. Pada indikator-indikator yang lain, siswa juga menunjukkan pemahaman yang baik tentang etika lingkungan. Pada indikator sikap hormat kepada alam, siswa memberikan skor tertinggi pada pernyataan membuang sampah pada tempatnya dan memberikan skor terendah pada pertanyaan menghindari penggunaan barang sekali pakai. Pada indikator integritas moral, siswa memberikan skor tertinggi pada pernyataan kesadaran bertindak sesuai etika lingkungan dan memberikan skor terendah pada kesadaran tidak mengikuti kegiatan yang bertentangan dengan etika lingkungan. Hal ini menunjukkan pentingnya peran sekolah dalam meningkatkan kesadaran etika lingkungan siswa terutama yang berkaitan dengan pengelolaan sampah. Fakta bahwa TPA Ngronggo sudah kelebihan kapasitas yang berakibat munculnya berbagai pencemaran, baik udara maupun air, akan menjadi permasalahan yang baik untuk membangkitkan kesadaran siswa agar mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke TPA dan ikut mengelola sampah sesuai dengan etika lingkungan, seperti mengurangi barang sekali pakai, memilah sampah, serta mendaur ulang sampah (White & Hyde, 2012; Zhang, 2023). Pemahaman yang baik tentang lingkungan serta kesadaran siswa terhadap pentingnya menjaga lingkungan memengaruhi perilaku siswa secara positif, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan (Yuniarti et al., 2023).

Dengan mengetahui permasalahan di TPA, siswa akan diajak memikirkan cara menangani sampah sejak di lingkungan rumah atau sekolah agar TPA tidak penuh dengan menerapkan etika lingkungan seperti 3R (Kaza, Yao, Bhada-Tata, Van Woerden, et al., 2018). Dengan demikian, data pengelolaan sampah dan kondisi di TPA akan menjadi bahan studi kasus yang akan memantik kesadaran siswa untuk mengelola sampah. Model pengelolaan sampah berbasis etika lingkungan di sekolah, seperti pengurangan sampah, pemilahan, daur ulang, dan kampanye lingkungan terbukti efektif dalam meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab siswa terhadap lingkungan (Purnami, 2021). Kesadaran siswa tentang adanya masalah lingkungan karena sampah tidak hanya memengaruhi perilaku siswa secara positif, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan pada akhirnya akan membentuk kesadaran masyarakat tentang arti penting memperkuat sistem kesehatan dan mencegah penyebaran penyakit lewat pengelolaan sampah.

Fokus penelitian ini ada dua, yaitu menganalisis penerapan etika lingkungan dalam pengelolaan sampah di TPA dan mendeskripsikan peluang penerapan etika lingkungan di lingkungan rumah dan sekolah. Penelitian ini dilakukan dengan subyek yang terbatas yaitu siswa dan guru dari satu sekolah dengan jumlah subyek yang tidak banyak. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya difokuskan untuk mengetahui model pembelajaran yang tepat tentang penggunaan studi kasus penerapan etika lingkungan dalam pengelolaan sampah di TPA dengan subyek penelitian yang lebih banyak.

## **SIMPULAN**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah (1) TPA Ngronggo, Salatiga sudah berupaya menerapkan etika lingkungan ekosentrisme dalam pengelolaan sampah, tetapi masih membutuhkan usaha meningkatkan efektivitasnya karena umur TPA yang sudah tua

dan jumlah sampah yang sudah melebihi kapasitas maksimalnya sehingga efek pencemaran sampah tetap terjadi, (2) penerapan etika lingkungan di TPA Ngronggo, Salatiga dapat menjadi studi kasus tentang pengembangan model pengelolaan sampah di lingkungan rumah dan sekolah siswa.

Pengelolaan sampah di TPA dengan metode *controlled landfill* akan menimbulkan pencemaran lingkungan, baik tanah, air, dan udara, jika volume sampah sudah terlalu banyak atau kapasitas TPA semakin terbatas. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan meningkatkan kesadaran masyarakat terutama siswa tentang pengelolaan sampah yang benar. Dengan memahami dampak negatif pengelolaan sampah yang tidak efektif, siswa belajar untuk mengurangi sampah yang mereka hasilkan. Selain itu, siswa juga belajar mengelola sampah sesuai dengan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*) yang berdampak pula pada penurunan jumlah sampah yang harus dibuang ke TPA. Hal tersebut dapat diwujudkan dengan memasukkan studi kasus tentang pengelolaan sampah di TPA dalam pembelajaran di sekolah. Selain itu, sekolah juga dapat menerapkan program-program seperti pengurangan sampah, pemilahan sampah, daur ulang, dan kampanye lingkungan yang terbukti efektif dalam meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab siswa.

#### DAFTAR REFERENSI

- Amaliyah, F., Sudarti, S., & Wachju, S. (2021). Analisis perilaku etika lingkungan hidup siswa SMAN di Jember. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 11(2), 113–120. <https://doi.org/10.37630/jpm.v11i2.498>
- Ariefahnoor, D., Hasanah, N., & Surya, A. (2020). Pengelolaan sampah Desa Gudang Tengah melalui manajemen bank sampah. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 3(1), 14. <https://doi.org/10.31602/jk.v3i1.3594>
- Azwar, S. (2012). *Penyusunan skala psikologi* (Ed., cet. 1). Pustaka Pelajar.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4. ed). SAGE.
- DesJardins, J. (2019). *Environmental ethics: An introduction to environmental philosophy*. Cengage Learning.
- European Environment Agency. (2012). *Material resources and waste—2012 Update. The European Environment. STATE AND OUTLOOK 2010*. <https://www.eea.europa.eu>.
- Fan, B., Yang, W., & Shen, X. (2019). A comparison study of ‘motivation–intention–behavior’ model on household solid waste sorting in China and Singapore. *Journal of Cleaner Production*, 211, 442–454. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.168>
- Harjanti, I. M., & Anggraini, P. (2020). Pengelolaan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jatibarang, Kota Semarang. *Jurnal Planologi*, 17(2), 185. <https://doi.org/10.30659/jpsa.v17i2.9943>
- Hidayatullah. (2022). *Etika lingkungan ekosentrisme terhadap sistem pengelolaan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) TROKETON PEDAN*. IAIN Surakarta Repository. <https://eprints.iain-surakarta.ac.id>

- Hoornweg, D., Bhada-Tata, P., & Kennedy, C. (2013). Environment: Waste production must peak this century. *Nature*, 502(7473), 615–617.  
<https://doi.org/10.1038/502615a>
- Jamieson, D. (2008). *Ethics and the environment: An introduction*. Cambridge University Press.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., Van Woerden, F., Ionkova, K., Morton, J., Poveda, R. A., Sarraf, M., Malkawi, F., Harinath, A. S., Banna, F., An, G., Imoto, H., & Levine, D. (2018). *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Group. <https://doi.org/10.1596/9781464813290>
- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Keraf, A. S. (2010). *Etika lingkungan hidup*. Penerbit Buku Kompas.
- Liu, Y., Xing, P., & Liu, J. (2017). Environmental performance evaluation of different municipal solid waste management scenarios in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 125, 98–106. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.06.005>
- Montororing, Y. D. R., Widyantoro, M., & Nugroho, O. W. (2023). Manajemen lingkungan dan pengolahan sampah rumah tangga dan minyak jelantah menjadi nilai ekonomi di Kelurahan Kalibaru. *Jurnal Sains Teknologi Dalam Pemberdayaan Masyarakat*, 4(1), 59–66.  
<https://doi.org/10.31599/jstpm.v4i1.2726>
- Mugambe, R. K., Nuwematsiko, R., Ssekamatte, T., Nkurunziza, A. G., Wagaba, B., Isunju, J. B., Wafula, S. T., Nabaasa, H., Katongole, C. B., Atuyambe, L. M., & Buregyeya, E. (2022). Drivers of solid waste segregation and recycling in Kampala Slums, Uganda: A qualitative exploration using the behavior centered design model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10947. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710947>
- Priatna, L., Hariadi, W., & Purwendah, E. K. (2020). Pengelolaan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gunung Tugel, Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas. *Cakrawala Hukum*, 22(1), 73–79.
- Purnami, W. (2021). Pengelolaan sampah di lingkungan sekolah untuk meningkatkan kesadaran ekologi siswa. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 119.  
<https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i2.50083>
- Putri, C. M. (2021). Konflik warga terdampak dengan pengelola TPST Piyungan, Bantul ii Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Sosiologi*, 10(4).
- Rayyan, A., Alahmad, W., & Osman, F. F. A. (2021). The role of health education in promotion of health care waste management in khartoum north teaching hospital. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 15(1).  
<https://doi.org/10.37506/ijfmt.v15i1.13502>
- Robbins, P., Hintz, J., & Moore, S. A. (2022). *Environment and society: A critical introduction* (Third edition). John Wiley & Sons, Inc.
- Sajidan, S., Atmojo, I. R. W., Saputri, D. Y., & Ardiansyah, R. (2022). Keefektifan model pembelajaran outdoor learning melalui wisata edutainment untuk

- menumbuhkan sikap peduli lingkungan siswa sekolah dasar. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 6(2), 175. <https://doi.org/10.20961/jdc.v6i2.61541>
- Salwa, N., & Noviana, E. (2019). Etika lingkungan siswa sekolah dasar di Pekanbaru. *Primary: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 8(2), 91. <https://doi.org/10.33578/jpfkip.v8i2.7356>
- Sankoh, F. P., Yan, X., & Tran, Q. (2013). Environmental and health impact of solid waste disposal in developing cities: A case study of Granville Brook Dumpsite, Freetown, Sierra Leone. *Journal of Environmental Protection*, 04(07), 665–670. <https://doi.org/10.4236/jep.2013.47076>
- Saputra, A., & Fatmala, I. A. (2022). *Pelatihan pengelolaan bank sampah dan manajemen keuangan rumah tangga. 01.*
- Saraswati, T., & Pinem, F. A. Br. (2019). Penerapan etika ekosentrisme pada Desa Adat Ragi Hotang Meat di Kabupaten Toba Samosir, Sumatera Utara. *Jurnal Arsitektur KOMPOSISI*, 12(2), 153. <https://doi.org/10.24002/jars.v12i2.2068>
- Selan, R. N., Pell, Y. M., Tualaka, T. M., & Dhae, Y. K. I. D. D. (2022). Pelatihan manajemen bank sampah bagi Kelompok Peduli Kasih. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(4), 2124. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v6i4.11545>
- Simatupang, E., & Paramita, R. A. (2023). *Manajemen Bank sampah sebagai upaya untuk memperkuat karakter civic ekologis dan peduli lingkungan.*
- Sukmawati, S. F., Mastur, Z., & Anam, R. S. (2023). Model problem based learning bernuansa jelajah alam sekitar terhadap peningkatan sikap peduli lingkungan dan kemampuan pemecahan masalah IPAS siswa sekolah dasar. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 7(2). <https://doi.org/10.20961/jdc.v7i2.74806>
- Sukrorini, T., Budiastuti, S., Ramelan, A. H., & Kafiar, F. P. (2014). Kajian dampak timbunan sampah terhadap lingkungan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo Surakarta. *Jurnal EKOSAINS*, 6(3), 56–70.
- United Nations Environment Programme. (2016). *UNEP Frontiers 2016 Report: Emerging Issues of Environmental Concern*. UN. <https://doi.org/10.18356/4392feb8-en>
- White, K. M., & Hyde, M. K. (2012). The role of self-perceptions in the prediction of household recycling behavior in Australia. *Environment and Behavior*, 44(6), 785–799. <https://doi.org/10.1177/0013916511408069>
- Yaashikaa, P. R., & Kumar, P. S. (2022). Bioremediation of hazardous pollutants from agricultural soils: A sustainable approach for waste management towards urban sustainability. *Environmental Pollution*, 312, 120031. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120031>
- Yuniarti, E., Dewata, I., & Heldi. (2023). Management of waste and its impact on healthy living behavior: Literature review. *Multidisciplinary Reviews*, 7(3), 2024046. <https://doi.org/10.31893/multirev.2024046>
- Zhang. (2023). A systematic literature review on individuals' waste separation behavior. *Resources, Environment and Sustainability*, 14, 100137. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2023.100137>

Zhang, B., Lai, K., Wang, B., & Wang, Z. (2019). From intention to action: How do personal attitudes, facilities accessibility, and government stimulus matter for household waste sorting? *Journal of Environmental Management*, 233, 447–458. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.059>