



ISSN: 3124-2324

JURNAL PENGABDIAN DAN EKSPANASI NUSANTARA

www.gjoedutech.id
admin@gjoedutech.id


Implementasi Teknologi Filtrasi Air Tepat Guna dan Manajemen Zero Waste di Pemukiman Padat Penduduk Kota Medan

Roy Lamrun Sianturi^{1*}, Aken Derisman², Purwandari³, Tiara Melinda⁴, Novri⁵, Rinaldo Malau⁶, Januar⁷

^{1*,2,3,4,5} Universitas Negeri Medan, Medan, 20241 - Indonesia

*Corresponding authors at: roysianturi@unimed.ac.id (Roy)

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan, 01 Januari 2026

Direvisi, 12 Februari 2026

Disetujui, 27 Maret 2026

Tersedia daring, 31 Maret 2026

Kata kunci:

filtrasi air; zero waste; permukiman padat; participatory action research; Kota Medan.

Keywords:

Water filtration; Zero waste; Densely populated settlement; Participatory action research; Medan City

ABSTRAK

Permukiman padat penduduk di Kota Medan menghadapi permasalahan rendahnya kualitas air tanah akibat kontaminasi mikrobiologis serta tingginya volume sampah yang tidak terkelola. Kegiatan pengabdian ini bertujuan mengimplementasikan teknologi filtrasi air tepat guna dan manajemen zero waste secara terpadu menggunakan pendekatan Participatory Action Research (PAR). Program dilaksanakan melalui empat tahap: identifikasi masalah, persiapan prototipe filtrasi bertingkat (pasir silika, arang aktif, zeolit) dan modul pelatihan zero waste, pelaksanaan berupa pemasangan unit filtrasi komunal serta pelatihan pemilahan sampah dan pengomposan, dan evaluasi berbasis analisis pre-post test. Hasil menunjukkan sistem filtrasi menurunkan kekeruhan air sebesar 85–88% dan mengeliminasi kontaminasi E. coli pada 89% sampel. Program zero waste menurunkan volume timbulan sampah sebesar 25–32% dalam tiga bulan. Skor pengetahuan masyarakat meningkat dari 45% menjadi 78%, dan skor praktik dari 38% menjadi 72%. Kegiatan ini membuktikan bahwa pendekatan integratif filtrasi air dan zero waste berbasis partisipasi komunitas merupakan model intervensi yang efektif dan layak direplikasi di kawasan permukiman padat perkotaan.

ABSTRACT

Densely populated settlements in Medan City face poor groundwater quality due to microbiological contamination and high volumes of unmanaged solid waste. This community service program aimed to implement an integrated approach combining appropriate water filtration technology and zero waste management using Participatory Action Research (PAR). The program was conducted in four stages: problem identification, preparation of multi-stage filtration prototypes (silica sand, activated carbon, zeolite) and zero waste training modules, implementation including communal filtration unit installation and waste sorting and composting training, and pre-post test evaluation. Results showed that the filtration system reduced turbidity by 85–88% and eliminated *Escherichia coli* contamination in 89% of samples. The zero waste program reduced waste volume by 25–32% within three months. Community knowledge scores increased from 45% to 78%, and practice scores from 38% to 72%. This program demonstrates that an integrated water filtration and zero waste approach based on community participation is an effective and replicable intervention model for improving environmental quality and public health in densely populated urban settlements.

1 PENGANTAR

Akses terhadap air minum yang aman dan pengelolaan limbah yang berkelanjutan merupakan dua pilar utama dalam pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) poin ke-6 dan ke-11, yang menekankan pentingnya ketersediaan air bersih serta kota dan permukiman yang inklusif dan berkelanjutan [1]. Di Indonesia, tantangan ini semakin mendesak seiring dengan laju urbanisasi yang tinggi: ketersediaan air menurun drastis hingga 1.200 m³/kapita/tahun pada tahun 2020, sementara sekitar 70% sungai di Indonesia telah tercemar berat oleh limbah domestik [2]. Data nasional menunjukkan bahwa pada tahun 2019, sumur gali masih menjadi sumber utama air bersih



bagi 76,18% rumah tangga Indonesia, namun lebih dari 83% kualitas air sumur di kota besar seperti Jakarta tidak memenuhi standar baku mutu [2]. Kondisi ini diperparah oleh kepadatan penduduk yang tinggi di kawasan urban, di mana kontaminasi *Escherichia coli* ditemukan pada lebih dari separuh sumber air rumah tangga hanya 43,43% sumber air yang terbebas dari bakteri tersebut [1]. Di sisi pengelolaan sampah, timbulan sampah perkotaan Indonesia telah mencapai 0,833 kg/kapita/hari, dengan lebih dari 65% berupa sampah organik yang tidak terkelola dengan baik [3]. Kota Medan, sebagai kota metropolitan terbesar ketiga di Indonesia dengan kepadatan penduduk yang signifikan, menghadapi permasalahan ganda: kualitas air tanah yang menurun akibat kontaminasi fekal dan kimia di permukiman padat, serta volume sampah yang terus meningkat tanpa sistem pengelolaan terintegrasi yang memadai [4].

Berbagai penelitian terdahulu telah mengeksplorasi solusi teknologi filtrasi air dan manajemen limbah secara terpisah. Dalam konteks filtrasi, sistem *point-of-use* (POU) telah terbukti efektif mengurangi patogen di negara berkembang filtrasi keramik berbiaya rendah mampu menyingkirkan 93–99,7% bakteri koliform dan menurunkan kekeruhan hingga 81,9–99,4% [5]. Teknologi POU berbasis membran yang dikembangkan di Indonesia juga berhasil menurunkan kadar nitrat dari 33,36 mg/L menjadi 4,6 mg/L dan memenuhi standar ISO untuk air minum [6]. Studi komparatif terhadap lima teknologi POU menunjukkan bahwa sistem berbahan lokal lebih terjangkau, meskipun sistem komersial lebih konsisten dalam eliminasi patogen [7]. Di sisi manajemen limbah, konsep *zero waste* yang berlandaskan prinsip ekonomi sirkular telah diterapkan di beberapa kota di negara berkembang dengan keberhasilan mencapai pengolahan 100% sampah kota tanpa *landfill* [8]. mengusulkan integrasi teknologi Industri 4.0 dalam sistem pengelolaan sampah berkelanjutan di Indonesia, sementara Kristianto (2026) membuktikan adanya hubungan signifikan antara pengelolaan sampah berbasis ekonomi sirkular dengan peningkatan kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat [9]. Namun demikian, kajian-kajian tersebut umumnya membahas filtrasi air dan manajemen sampah sebagai dua domain yang terpisah, dan belum ada penelitian yang mengintegrasikan kedua pendekatan tersebut dalam satu kerangka intervensi pengabdian masyarakat, khususnya di permukiman padat penduduk perkotaan di Indonesia.

Kesenjangan inilah yang menjadi dasar kebaruan (*novelty*) dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Penelitian ini mengajukan implementasi simultan teknologi filtrasi air tepat guna dan manajemen *zero waste* sebagai satu sistem terpadu di permukiman padat penduduk Kota Medan. Rumusan masalah yang diangkat meliputi: (1) bagaimana efektivitas teknologi filtrasi air skala rumah tangga dalam memperbaiki kualitas air minum di permukiman padat Kota Medan, dan (2) bagaimana penerapan prinsip *zero waste* berbasis ekonomi sirkular dapat mengurangi volume sampah yang tidak terkelola serta meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan limbah. Integrasi kedua komponen ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan sanitasi dan limbah secara holistik, mengingat bahwa kontaminasi air dan penumpukan sampah di kawasan padat penduduk saling memperkuat dampak negatifnya terhadap kesehatan masyarakat. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya relevan secara akademis sebagai model intervensi terpadu berbasis komunitas, tetapi juga mendesak secara praktis untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat urban yang rentan.

2 METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini mengadopsi pendekatan *Participatory Action Research* (PAR), yaitu metode riset tindakan berbasis partisipasi komunitas yang menempatkan masyarakat bukan sekadar sebagai objek penerima manfaat, melainkan sebagai subjek aktif dalam setiap tahapan program mulai dari identifikasi masalah, perancangan solusi, pelaksanaan, hingga evaluasi. Pendekatan ini dipilih karena terbukti efektif dalam program intervensi air bersih dan sanitasi di komunitas dengan keterbatasan infrastruktur, di mana keberhasilan program sangat bergantung pada tingkat keterlibatan dan rasa kepemilikan masyarakat lokal. Secara keseluruhan, pelaksanaan program dibagi ke dalam empat tahap utama yang saling berkesinambungan.

2.1 Tahap Identifikasi Mitra dan Masalah

Tahap pertama dimulai dengan pemetaan lokasi sasaran di permukiman padat penduduk Kota Medan melalui survei awal (*baseline survey*) yang meliputi observasi lapangan, wawancara mendalam dengan tokoh masyarakat dan aparat kelurahan, serta *Focus Group Discussion* (FGD) bersama warga. Survei ini bertujuan mengidentifikasi secara spesifik: (a) kondisi kualitas air tanah yang digunakan warga sehari-hari melalui pengambilan sampel air dan uji laboratorium terhadap parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi berdasarkan Permenkes RI; (b) pola pengelolaan sampah rumah tangga serta volume timbulan sampah harian; dan (c) tingkat pengetahuan, sikap, dan praktik (*Knowledge, Attitude, Practice/KAP*) masyarakat terkait sanitasi air dan pengelolaan limbah. Mitra utama yang dilibatkan adalah kelompok RT/RW setempat, Puskesmas kecamatan, Dinas Lingkungan Hidup Kota Medan, serta komunitas *Zero Waste* lokal yang telah terbukti mampu mendorong transformasi sosial dalam pengelolaan sampah di kawasan urban Medan. Hasil identifikasi ini menjadi dasar penyusunan profil masalah (*problem mapping*) yang akan menentukan desain intervensi pada tahap selanjutnya.

2.2 Tahap Persiapan

Berdasarkan hasil identifikasi masalah, tahap persiapan mencakup tiga aktivitas inti. Pertama, perancangan dan fabrikasi prototipe sistem filtrasi air tepat guna yang disesuaikan dengan karakteristik kontaminan lokal. Sistem filtrasi dirancang bertingkat menggunakan kombinasi media alami dan sintetis meliputi kerikil, pasir silika, arang aktif (*activated carbon*), dan zeolite yang ditempatkan dalam tangki bertingkat berkapasitas 500–1.000 liter. Pemilihan media filtrasi ini didasarkan pada bukti bahwa filtrasi bertingkat berbahan lokal mampu menurunkan kadar nitrat, nitrit, amonia, serta kontaminasi mikrobiologis secara signifikan dengan biaya yang terjangkau bagi masyarakat berpenghasilan rendah. Kedua, penyusunan modul pelatihan *zero waste* yang mencakup teknik pemilahan sampah di sumber, pengomposan sampah organik menggunakan metode *compost bag*, dan daur ulang sampah anorganik menjadi produk bernilai ekonomis mengacu pada keberhasilan program Kampung *Zero Waste* di Surabaya yang berhasil menurunkan volume sampah hingga 29%. Ketiga, koordinasi kelembagaan dengan mitra pendukung untuk memastikan kesiapan logistik, perizinan, serta penjadwalan kegiatan yang tidak mengganggu aktivitas harian masyarakat.

2.3 Tahap Pelaksanaan Program

Pelaksanaan program dilakukan secara simultan untuk kedua komponen intervensi, dengan strategi *learning by doing* yang mengutamakan praktik langsung.

1. Implementasi Teknologi Filtrasi Air meliputi: (a) sosialisasi kepada warga mengenai pentingnya kualitas air minum dan risiko kesehatan dari air terkontaminasi; (b) pemasangan unit filtrasi air di titik-titik komunal yang telah disepakati bersama warga; (c) pelatihan teknis pengoperasian dan pemeliharaan rutin alat filtrasi, termasuk prosedur *backwash* dan penggantian media filter; serta (d) pengujian berkala kualitas air hasil filtrasi di laboratorium untuk memastikan kepatuhan terhadap standar baku mutu. Pendekatan ini mengadaptasi model *point-of-use* (POU) berbasis komunitas yang menekankan kemandirian pengguna dan independensi dari jaringan listrik.
2. Manajemen *Zero Waste* meliputi: (a) pelatihan pemilahan sampah organik dan anorganik di tingkat rumah tangga; (b) demonstrasi pembuatan kompos dari sampah organik dan *eco-enzyme* sebagai produk turunan; (c) pembentukan bank sampah kelurahan sebagai infrastruktur pengelolaan sampah anorganik yang terstruktur; serta (d) pendampingan intensif (*mentoring*) selama periode program untuk memastikan konsistensi praktik. Seluruh kegiatan didokumentasikan melalui formulir monitoring harian, foto, dan video sebagai bahan evaluasi dan pelaporan.

2.4 Tahap Evaluasi dan Keberlanjutan

Evaluasi dilakukan menggunakan pendekatan campuran (*mixed methods*) yang menggabungkan pengukuran kuantitatif dan penilaian kualitatif. Secara kuantitatif, evaluasi mencakup: (a) perbandingan hasil uji kualitas air sebelum dan sesudah intervensi filtrasi (*pre-post test*) berdasarkan parameter *E. coli*, kekeruhan, pH, dan logam berat; (b) pengukuran volume timbunan sampah yang masuk ke TPA sebelum dan sesudah program *zero waste*; serta (c) analisis skor KAP masyarakat melalui kuesioner terstruktur menggunakan skala Likert sebelum dan sesudah intervensi. Secara kualitatif, evaluasi dilakukan melalui wawancara mendalam dan FGD akhir untuk menangkap persepsi, hambatan, dan pengalaman masyarakat selama program berlangsung.

Untuk menjamin keberlanjutan, program ini dirancang dengan strategi *exit* yang terstruktur meliputi: (a) pembentukan kader lingkungan terlatih di setiap RT yang bertugas sebagai fasilitator mandiri pasca-program; (b) penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP) pemeliharaan alat filtrasi dan pengelolaan bank sampah yang diserahkan kepada mitra kelurahan; (c) integrasi program ke dalam Musyawarah Perencanaan Pembangunan (Musrenbang) kelurahan agar mendapat dukungan anggaran berkelanjutan; serta (d) monitoring jarak jauh (*remote monitoring*) selama enam bulan pasca-program melalui grup komunikasi digital dan kunjungan evaluasi berkala. Pendekatan keberlanjutan ini mengacu pada temuan bahwa keberhasilan intervensi sanitasi komunitas sangat ditentukan oleh ketersediaan kader lokal dan dukungan kelembagaan yang berkelanjutan, bukan semata-mata oleh kecanggihan teknologi yang diterapkan.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Implementasi Teknologi Filtrasi Air Tepat Guna

Pengujian laboratorium terhadap kualitas air sebelum dan sesudah penerapan sistem filtrasi bertingkat menunjukkan perbaikan yang signifikan pada seluruh parameter yang diukur. Kekeruhan (*turbidity*) air sumur yang semula berada pada kisaran 95-130 NTU turun drastis menjadi 8-15 NTU setelah melewati unit filtrasi, yang setara dengan penurunan sebesar 85-88%. Temuan ini konsisten dengan hasil studi [10] pada komunitas Sungai Martapura yang melaporkan penurunan kekeruhan hingga 85% menggunakan sistem filtrasi skala kecil serupa, dengan tingkat adopsi harian oleh masyarakat mencapai 87%. Pada parameter kimia, kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) yang sebelumnya melebihi ambang batas Permenkes turun hingga memenuhi standar baku mutu, sejalan dengan temuan [11] yang mendokumentasikan penurunan kadar besi, mangan, dan bakteri secara signifikan melalui peralatan filtrasi sederhana di Desa Percut Sei tuan.

Hasil yang paling kritis dari perspektif kesehatan masyarakat adalah parameter mikrobiologis. Kontaminasi *Escherichia coli* pada sampel air pra-intervensi terdeteksi pada 78% titik pengambilan sampel, mencerminkan tingginya risiko penyakit berbasis air di permukiman padat. Pasca-filtrasi, kontaminasi *E. coli* berhasil dieliminasi pada 89% sampel, dengan *log reduction value* (LRV) berkisar antara 1,5-2,2. Angka ini sebanding dengan efektivitas *biosand filter* yang dilaporkan [12], yang mencatat LRV *E. coli* sebesar 1,2-2,2 pada berbagai tingkat kekeruhan air masukan. Kombinasi filtrasi membran dan UV mampu menurunkan kekeruhan dari 136 NTU menjadi 11 NTU dan memperbaiki pH dari 5,85 menjadi 6,26 pada konteks Indonesia. Namun, perlu dicatat bahwa efektivitas filtrasi di kondisi rumah tangga cenderung lebih rendah dibandingkan pengujian laboratorium. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya komponen pelatihan pemeliharaan yang telah diintegrasikan dalam program ini, karena kontaminasi ulang pasca-filtrasi sering kali disebabkan oleh penanganan dan penyimpanan air yang tidak higienis.

3.2 Hasil Implementasi Manajemen Zero Waste

Program manajemen *zero waste* menunjukkan dampak positif pada dua dimensi utama: pengurangan volume sampah dan perubahan perilaku masyarakat. Penimbangan timbunan sampah yang dilakukan secara periodik menunjukkan penurunan volume sampah rumah tangga yang dibuang ke TPS sebesar 25-32% dalam periode tiga bulan pelaksanaan program. Capaian ini

sebanding dengan keberhasilan program Kampung *Zero Waste* di RW 2 Gubeng, Surabaya, yang melaporkan penurunan volume sampah sebesar 29% melalui evaluasi kuantitatif dan kualitatif terhadap lima komponen keberhasilan. Di Surabaya, program serupa yang melibatkan bank sampah, komposter, dan pengolahan *eco-enzyme* berhasil menurunkan timbulan sampah hingga rata-rata 0,19 kg/orang/hari setelah sosialisasi intensif[13].

Pembentukan bank sampah kelurahan sebagai infrastruktur pengelolaan sampah anorganik menjadi salah satu luaran konkret program. Maulana et al., (2024), dalam survei terhadap 150 responden peserta program bank sampah di beberapa lokasi di Indonesia, membuktikan bahwa program edukasi bank sampah secara signifikan meningkatkan kesadaran lingkungan dan mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam pengelolaan limbah[14]. Sementara itu, pelatihan pengomposan menggunakan metode *compost bag* menunjukkan tingkat keberhasilan yang tinggi: mengacu pada program serupa di Lombok Barat, 90% peserta mampu secara mandiri memproduksi pupuk kompos dan menerapkan praktik pengelolaan sampah berkelanjutan setelah pelatihan berbasis *learning by doing*[15].

Meskipun demikian, tantangan keberlanjutan tetap perlu diantisipasi. Studi terhadap komunitas *Zero Waste* di Kecamatan Medan Perjuangan lokasi yang secara geografis relevan dengan wilayah intervensi ini menemukan bahwa meskipun kesadaran dan sikap ramah lingkungan telah meningkat, prinsip *zero waste* masih belum sepenuhnya efektif diterapkan dalam praktik sehari-hari[16]. Hambatan utama yang teridentifikasi meliputi konsistensi pemilahan sampah di tingkat rumah tangga dan belum terbentuknya pasar yang stabil untuk produk daur ulang temuan yang juga dikonfirmasi oleh evaluasi Kampung *Zero Waste* Gubeng.

3.3 Peningkatan Pengetahuan, Sikap, dan Praktik (KAP) Masyarakat

Analisis *pre-post test* terhadap skor *Knowledge, Attitude, Practice* (KAP) menunjukkan peningkatan yang signifikan secara statistik pada ketiga domain. Skor pengetahuan masyarakat tentang kualitas air dan sanitasi meningkat dari rerata 45% pada *pre-test* menjadi 78% pada *post-test*, sementara skor praktik pengelolaan sampah meningkat dari 38% menjadi 72%. Besaran peningkatan ini sejalan dengan berbagai studi intervensi serupa: [17] melaporkan peningkatan pengetahuan komunitas hingga 100% setelah sosialisasi filtrasi air di Kampung Hobong, Jayapura, dengan peningkatan tertinggi pada aspek pemeliharaan sistem filtrasi sebesar 182,1%. Temuan-temuan ini memperkuat argumen bahwa pendekatan partisipatoris yang memadukan edukasi dengan implementasi teknologi tepat guna merupakan strategi yang efektif untuk mengubah perilaku kesehatan lingkungan di komunitas urban.

3.4 Pembahasan Integratif: Sinergi Filtrasi Air dan *Zero Waste*

Temuan yang paling bermakna dari kegiatan pengabdian ini terletak pada sinergi antara kedua komponen intervensi. Penerapan simultan teknologi filtrasi air dan manajemen *zero waste* menghasilkan dampak yang bersifat saling memperkuat (*mutually reinforcing*). Dari sisi teknis, pengelolaan sampah yang lebih baik pengurangan pembuangan limbah domestik ke saluran air berkontribusi pada penurunan beban kontaminan yang masuk ke sumber air tanah, sehingga memperpanjang umur pakai media filtrasi dan meningkatkan efektivitasnya. Dari sisi sosial, keterlibatan masyarakat dalam dua program sekaligus menciptakan momentum kolektif yang lebih kuat dibandingkan intervensi tunggal: warga yang telah aktif dalam bank sampah cenderung lebih reseptif terhadap adopsi teknologi filtrasi, dan sebaliknya.

Program penyediaan air berbasis komunitas dan kepemilikan lokal atas infrastruktur air merupakan pendekatan berkelanjutan untuk mengatasi tantangan ketahanan dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Prinsip ini terkonfirmasi dalam kegiatan ini, di mana pembentukan kader lingkungan yang mengelola baik unit filtrasi maupun bank sampah menciptakan struktur kelembagaan lokal yang lebih efisien dibandingkan dua sistem pengelolaan terpisah.

Tantangan yang masih dihadapi meliputi: (1) kepatuhan jangka panjang terhadap prosedur pemeliharaan alat filtrasi, (2) keberlanjutan partisipasi masyarakat dalam pemilahan sampah pasca-intensifnya pendampingan, sebagaimana diidentifikasi di komunitas Medan Perjuangan, dan (3) kebutuhan akan dukungan kelembagaan formal dari pemerintah kelurahan untuk mengintegrasikan program ke dalam rencana pembangunan tahunan. Perbaikan pada ketiga aspek ini akan menjadi kunci keberhasilan jangka panjang model intervensi terpadu yang diusulkan.



Gambar 1 Pelaksanaan PKM

4 KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menunjukkan bahwa implementasi simultan teknologi filtrasi air tepat guna dan manajemen *zero waste* merupakan model intervensi terpadu yang efektif untuk mengatasi permasalahan sanitasi dan lingkungan di permukiman padat penduduk Kota Medan. Sistem filtrasi bertingkat berbasis media lokal (pasir silika, arang aktif, dan zeolit) berhasil menurunkan kekeruhan air sebesar 85–88% dan mengeliminasi kontaminasi *E. coli* pada 89% sampel, sementara program *zero waste* melalui pelatihan pemilahan sampah, pengomposan, dan pembentukan bank sampah kelurahan mampu mereduksi volume timbunan sampah ke TPS sebesar 25–32% dalam tiga bulan. Sinergi kedua komponen ini tidak hanya menghasilkan perbaikan teknis pada kualitas air dan pengurangan sampah, tetapi juga mendorong perubahan perilaku masyarakat secara signifikan, yang tercermin dari peningkatan skor pengetahuan (45% menjadi 78%) dan praktik (38% menjadi 72%) berdasarkan analisis KAP *pre-post test*. Dengan demikian, pendekatan integratif berbasis partisipasi komunitas ini terbukti layak direplikasi di kawasan permukiman padat perkotaan lainnya di Indonesia, dengan catatan bahwa keberlanjutan program sangat bergantung pada ketersediaan kader lingkungan terlatih, dukungan kelembagaan pemerintah kelurahan, dan mekanisme insentif ekonomi bagi masyarakat partisipan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Negeri Medan atas pendanaan kegiatan pengabdian ini, kepada Lurah dan perangkat RT/RW setempat atas dukungan koordinasi di lapangan, serta kepada Dinas Lingkungan Hidup Kota Medan dan Puskesmas Percut Sei Tuan atas kerja sama teknis selama pelaksanaan program. Penghargaan yang tulus juga disampaikan kepada seluruh warga mitra yang telah berpartisipasi aktif dalam setiap tahapan kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Irianti *et al.*, “Implementation of drinking water quality surveillance and household water management practices in selected provinces in Indonesia,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1201, no. 1, p. 012106, Jun. 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1201/1/012106.
- [2] T. A. Kurniawan *et al.*, “Implications of climate change on water quality and sanitation in climate hotspot locations: A case study in Indonesia,” *Water Supply*, vol. 24, no. 2, pp. 517–542, Jan. 2024, doi: 10.2166/ws.2024.008.

- [3] M. A. R. Sutisna, “Strategi pengelolaan sampah kota terintegrasi menuju zero waste,” *Waste Handl. Environ. Monit.*, vol. 1, no. 1, Feb. 2024, doi: 10.61511/whem.v1i1.2024.631.
- [4] E. A. Wikurendra, A. Csonka, I. Nagy, and G. Nurika, “Urbanization and Benefit of Integration Circular Economy into Waste Management in Indonesia: A Review,” *Circ. Econ. Sustain.*, vol. 4, no. 2, pp. 1219–1248, Jun. 2024, doi: 10.1007/s43615-024-00346-w.
- [5] N. Chaukura, W. Moyo, T. A. Kajau, A. A. Muleja, B. B. Mamba, and T. T. Nkambule, “Low-cost ceramic filtration for point-of-use water treatment in low-income countries,” *Water Secur.*, vol. 20, p. 100145, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.wasec.2023.100145.
- [6] S. Siwila and I. C. Brink, “Comparison of five point-of-use drinking water technologies using a specialized comparison framework,” *J. Water Health*, vol. 17, no. 4, pp. 568–586, Apr. 2019, doi: 10.2166/wh.2019.041.
- [7] D. C. Sombei, C. A. Mecha, and M. N. Chollom, “A Review of Low-Cost Point-of-Use Water Treatment Solutions Addressing Water Access and Quality in Resource-Limited Settings,” *Water*, vol. 17, no. 12, p. 1827, 2025, doi: 10.3390/w17121827.
- [8] H. K. Mohajan, “Zero Waste: A New Sustainable Waste Management Philosophy in the 21st Century,” *Front. Manag. Sci.*, 2025, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:280065419>
- [9] A. H. Kristianto, “Interlinkage of Circular Economy in Waste Management, Environmental Quality, and Public Health in Indonesia,” *Int. Res. Soc. Sci.*, vol. 1, no. 1, p. p1, 21 2026, doi: 10.20849/irss.v1i1.1335.
- [10] S. H. Zubaidah, “Small-Scale Filtration Systems: A Solution for Clean Water in Martapura River Communities,” vol. 8, no. 6, 2024, doi: <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v8i6.22252>.
- [11] H. P. Astuti, A. Rusli, H. A. Dos Santos, A. Aryadhi, A. Anugrah, and L. Latihfa, “Hygiene dan Sanitasi Desa Wisata: Peningkatan Kualitas Air Sumur Melalui Media Filterisasi, Pangkajene dan Kepulauan: Tourism Village Hygiene and Sanitation: Well Water Quality Improvement through Media Filterization, Pangkajene and Islands,” *PADAIDI J. Tour. Dedication*, vol. 1, no. 2, pp. 121–126, Nov. 2024, doi: 10.33649/padaidi.v1i2.125.
- [12] D. A. Duran Romero, M. C. de Almeida Silva, B. J. M. Chaúque, and A. D. Benetti, “Biosand Filter as a Point-of-Use Water Treatment Technology: Influence of Turbidity on Microorganism Removal Efficiency,” *Water*, vol. 12, no. 8, p. 2302, 2020, doi: 10.3390/w12082302.
- [13] Amanda Putri Desynta, Reza Ardiansyah, Apria Yuvitar Devani Putri, Talitha Athaya Rahman, Gilang Amanda Puspanegara, and Ida Syamsu Roidah, “Peran Mahasiswa Dalam Mengatasi Permasalahan Sampah Di Kota Surabaya Melalui Pendampingan Program Zero Waste,” *Manfaat J. Pengabdi. Pada Masy. Indones.*, vol. 1, no. 3, pp. 15–25, Jun. 2024, doi: 10.62951/manfaat.v1i3.65.
- [14] Y. Maulana, A. Adhelin, G. R. Alfarisyi, and G. Septiana, “Waste Bank Education Program And Its Impact On Environmental Awareness And Community Participation,” *Pengabdi. J. Abdimas*, vol. 2, no. 3, pp. 182–187, Nov. 2024, doi: 10.70177/abdimas.v2i3.725.
- [15] Guyup Mahardhian Dwi *et al.*, “Pengolahan Limbah Pertanian Dalam Mendukung Zero Waste di Kawasan Desa Pakuan Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat,” *J. Sains Teknol. Dalam Pemberdaya. Masy.*, vol. 6, no. 1, pp. 11–16, Aug. 2025, doi: 10.31599/80s70362.
- [16] D. F. Lubis, D. Nuari, and H. Sumardi, “Analysis of Changes in Community Behavior in Waste Management Through Zero Waste Community: a Case Study of Medan Perjuangan City,” *J. Soc. Policy Dev. Stud.*, 2025, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:282110022>
- [17] B. Suhartawan, S. Suyatno, S. Sapari, and H. Riupassa, “Sosialisasi dan Pelatihan Pembuatan Filtrasi Air Bersih di Kampung Hobong Distrik Sentani, Jayapura,” *J. Med. Med.*, 2025, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:279224395>