

Pengembangan Insinerator Minim Asap Untuk Mengurangi Emisi Pembakaran dan Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan Sampah Berkelanjutan

Reza Hardian Pratama¹⁾, Ahmad Khoirudin²⁾, Evi Parida³⁾, Rico Ilham Ramadhan Putra⁴⁾

^{1,2,3,4} Universitas Malahayati, Indonesia

Email: rezahardianpratama@malahayati.ac.id¹, ahmadkhoirudin756@gmail.com²,
eviparida07@gmail.com³, ricoilham597@gmail.com⁴

Correspondent : eviparida07@gmail.com³

Abstrak: *This community service program aimed to develop a low-smoke incinerator to reduce combustion emissions and improve household waste management efficiency. The program employed a participatory approach involving field observation, equipment design and fabrication, installation, combustion trials, community training, and performance evaluation. The incinerator consisted of two combustion chambers: a primary chamber and a secondary chamber equipped with additional air inlets to support the re-combustion of residual gases. Trial results showed visibly thinner smoke, reduced burning odour, and a shorter combustion time of approximately 10–15 minutes, compared with 30–45 minutes for open burning. The incinerator also produced finer and more uniform ash residue. Community training improved residents' understanding of waste segregation and the safe operation and maintenance of the equipment. These findings indicate that a double-chamber incinerator has potential as an alternative for managing residual waste at the neighbourhood level.*

Abstrak: Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan mengembangkan insinerator minim asap untuk mengurangi emisi pembakaran dan meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah rumah tangga. Metode yang digunakan adalah pendekatan partisipatif melalui observasi lapangan, perancangan dan pembuatan alat, pemasangan, uji coba pembakaran, pelatihan warga, serta evaluasi kinerja. Insinerator dirancang dengan dua ruang bakar, yaitu ruang bakar utama dan ruang bakar sekunder yang dilengkapi lubang udara tambahan untuk membantu pembakaran ulang gas sisa. Hasil uji coba menunjukkan bahwa insinerator menghasilkan asap yang lebih tipis, mengurangi bau pembakaran, mempercepat waktu pembakaran menjadi sekitar 10–15 menit dibandingkan 30–45 menit pada pembakaran terbuka, serta menghasilkan residu abu yang lebih halus dan merata. Pelatihan juga meningkatkan pemahaman warga mengenai pemilahan sampah, pengoperasian, dan perawatan alat secara aman. Kegiatan ini menunjukkan bahwa insinerator dua ruang bakar berpotensi menjadi alternatif pengelolaan sampah residu pada skala lingkungan.

Keywords: *Insinerator Minim Asap; Emisi Pembakaran; Pengelolaan Sampah Rumah Tangga; Ruang Bakar Ganda; Pengabdian Kepada Masyarakat.*

PENDAHULUAN

Persoalan sampah masih menjadi salah satu tantangan lingkungan yang paling nyata dihadapi oleh masyarakat perkotaan maupun perdesaan di Indonesia. Peningkatan jumlah penduduk, perubahan pola konsumsi, dan pertumbuhan aktivitas rumah tangga menyebabkan volume timbulan sampah terus

meningkat dari tahun ke tahun, sementara kapasitas layanan pengangkutan dan pengolahan sampah formal belum mampu menjangkau seluruh wilayah secara merata. Kondisi ini mendorong sebagian besar masyarakat, khususnya di lingkungan permukiman padat dan wilayah pinggiran kota, untuk menempuh cara paling sederhana dalam menangani sampah rumah tangga mereka, yaitu dengan membakarnya secara terbuka (open burning) di halaman rumah, lahan kosong, atau saluran drainase.

Pembakaran sampah secara terbuka pada dasarnya dianggap sebagai solusi praktis oleh warga karena tidak membutuhkan biaya, peralatan khusus, maupun keterampilan tertentu. Akan tetapi, praktik ini menimbulkan berbagai dampak negatif yang sering kali tidak disadari oleh pelakunya. Pembakaran tanpa pengendalian suhu dan suplai udara yang memadai menghasilkan pembakaran tidak sempurna, ditandai dengan asap tebal berwarna hitam atau kelabu yang mengandung partikulat (particulate matter), karbon monoksida, serta senyawa organik yang berpotensi mengganggu kesehatan pernapasan warga sekitar. Bau menyengat dari sampah yang terbakar, terutama yang bercampur plastik dan bahan organik basah, juga menjadi sumber keluhan yang berulang di lingkungan permukiman.

Berdasarkan berbagai kajian, praktik pembakaran sampah terbuka yang belum terkendali secara teknologi tetap menjadi salah satu penyumbang pencemaran udara di lingkungan permukiman, sehingga diperlukan intervensi teknologi sederhana yang dapat menekan emisi tanpa membebani masyarakat dengan biaya operasional yang tinggi (Rivai dkk., 2023; Yahya & Ningrum, 2023). Pengelolaan sampah rumah tangga yang tidak tertangani dengan baik juga dapat memicu pencemaran tanah dan air, meningkatkan risiko gangguan kesehatan masyarakat, serta memperbesar beban lingkungan pada skala yang lebih luas (Suryani, 2022).

Salah satu upaya untuk mengendalikan emisi pembakaran sampah adalah dengan menggunakan insinerator, yaitu alat pembakar sampah yang dirancang untuk membakar sampah pada suhu tinggi sehingga volume dan massa sampah dapat direduksi secara signifikan menjadi abu dan gas buang (Kasda dkk., 2026). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa desain insinerator konvensional dengan satu ruang bakar cenderung menghasilkan asap yang masih pekat karena gas hasil pembakaran belum sempat terbakar sempurna sebelum keluar melalui cerobong. Untuk mengatasi hal tersebut, sejumlah pengembangan teknologi mengarah pada penggunaan sistem dua ruang bakar (double chamber), yaitu ruang bakar utama (primary chamber) tempat sampah pertama kali dibakar, dan ruang bakar sekunder (secondary chamber) yang berfungsi menyempurnakan pembakaran gas dan asap sisa sebelum dilepas ke udara bebas (Estu Broto dkk., 2024; Fadilah dkk., 2024; Gusdini dkk., 2023).

Penambahan suplai udara sekunder (secondary air) pada ruang bakar kedua terbukti berperan penting dalam meningkatkan efisiensi pembakaran dan menurunkan emisi partikulat maupun gas karbon monoksida, karena udara tambahan tersebut mendorong terjadinya pembakaran ulang terhadap gas mudah terbakar yang belum habis bereaksi pada ruang bakar pertama (Barbour dkk., 2021). Prinsip

serupa banyak diterapkan pada teknologi kompor hemat energi berbahan bakar biomassa yang dikenal sebagai rocket stove, yang memanfaatkan desain saluran pembakaran berbentuk L (L-shaped combustion chamber) disertai pengaturan aliran udara primer dan sekunder untuk menghasilkan pembakaran yang lebih bersih dan minim asap dibandingkan dengan tungku tradisional (Yahya & Ningrum, 2023). Pendekatan pembakaran bertingkat semacam ini menjadi rujukan penting dalam pengembangan insinerator skala rumah tangga maupun lingkungan RT/RW, karena tidak memerlukan sumber energi listrik tambahan, biaya operasional rendah, serta dapat dibuat dari bahan yang mudah diperoleh di pasaran lokal seperti drum bekas, pelat besi, dan bata tahan api (Santosa dkk., 2022; Amirrianda dkk., 2023).

Berbagai program pengabdian kepada masyarakat di Indonesia juga telah mengembangkan dan menguji coba insinerator sederhana pada skala komunitas dengan hasil yang cukup menjanjikan. Fadilah dkk. (2024) merancang insinerator berkapasitas 28 kilogram sampah dengan sistem pembakaran bertingkat sehingga emisi yang keluar dari cerobong tidak berasap dan tidak berbau, sementara Nurfarizi dkk. (2024) menunjukkan bahwa penerapan mini incinerator pada skala RW mampu mendukung optimalisasi pengelolaan sampah warga sekaligus sejalan dengan target Sustainable Development Goals (SDGs) terkait kota dan permukiman berkelanjutan. Sementara itu, Sinaga dkk. (2026) dan Yandri dkk. (2023) menegaskan bahwa keberhasilan program pengelolaan sampah berbasis teknologi maupun praktik pengelolaan sampah berbasis komunitas sangat ditentukan oleh keterlibatan aktif warga sejak tahap perencanaan, pelaksanaan, hingga keberlanjutan pengelolaan pascaprogram.

Kondisi serupa juga ditemukan di RW 06 Kelurahan Karangrejo, Kecamatan Metro Utara, Kota Metro, lokasi pelaksanaan Kuliah Kerja Lapangan Pembelajaran dan Pemberdayaan Masyarakat (KKL-PPM) Kelompok 35 Universitas Malahayati dengan tema "Gerakan Masyarakat Sehat, Cerdas, Peduli Lingkungan, dan Produktif. Observasi awal yang dilakukan tim pelaksana menemukan bahwa sebagian warga masih mengandalkan pembakaran terbuka sebagai cara utama menangani sampah rumah tangga, terutama sampah kering dan sampah campuran yang tidak diangkut secara rutin oleh layanan kebersihan setempat. Praktik ini menimbulkan keluhan warga terkait asap dan bau, terutama pada musim kemarau ketika pembakaran berlangsung lebih sering. Berdasarkan kondisi tersebut, tim pelaksana memandang perlu adanya intervensi teknologi tepat guna berupa insinerator minim asap yang dapat digunakan bersama oleh warga di lingkungan RW 06 tanpa membutuhkan biaya operasional yang memberatkan.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, permasalahan utama yang menjadi fokus kegiatan pengabdian ini adalah masih tingginya praktik pembakaran sampah secara terbuka yang menghasilkan emisi asap tinggi serta belum tersedianya fasilitas pengelolaan sampah yang efisien dan ramah lingkungan di tingkat RW. Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah: (1) merancang dan membangun insinerator minim asap dengan sistem dua ruang bakar dan injeksi udara sekunder yang sesuai dengan

kondisi dan kebutuhan warga RW 06 Kelurahan Karangrejo; (2) menguji kinerja alat dalam menurunkan kepekatan asap dan mempersingkat waktu pembakaran dibandingkan dengan pembakaran terbuka konvensional; dan (3) meningkatkan pemahaman serta keterampilan warga dalam mengoperasikan dan merawat insinerator secara mandiri dan berkelanjutan. Kegiatan ini diharapkan dapat memberikan manfaat langsung berupa penurunan gangguan asap dan bau di lingkungan permukiman, sekaligus menjadi model pengelolaan sampah berbasis teknologi sederhana yang dapat direplikasi oleh RW-RW lain dengan karakteristik permasalahan serupa.

METODE

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di RW 06 Kelurahan Karangrejo, Kecamatan Metro Utara, Kota Metro, Provinsi Lampung, sebagai bagian dari program Kuliah Kerja Lapangan Pembelajaran dan Pemberdayaan Masyarakat (KKL-PPM) Kelompok 35 Universitas Malahayati. Pelaksanaan program insinerator minim asap berlangsung dalam rangkaian kegiatan bidang lingkungan yang terjadwal dalam matriks kerja program selama periode KKL-PPM berlangsung, dimulai dari tahap observasi dan koordinasi dengan perangkat wilayah, dilanjutkan dengan tahap perancangan, pembuatan, uji coba, sosialisasi, hingga serah terima pengelolaan alat kepada warga.

Khalayak sasaran kegiatan ini adalah warga RW 06 Kelurahan Karangrejo, khususnya kepala keluarga dan pengurus lingkungan (RT/RW) yang menjadi pengelola dan pengguna langsung insinerator minim asap. Sasaran juga mencakup perangkat kelurahan dan tokoh masyarakat setempat yang berperan dalam mendukung keberlanjutan pengelolaan sampah di lingkungan tersebut. Pelibatan warga dilakukan sejak tahap identifikasi masalah hingga pelatihan penggunaan alat, dengan tujuan menumbuhkan rasa kepemilikan (*sense of belonging*) terhadap fasilitas yang dibangun sehingga pengelolaannya dapat berlanjut secara mandiri setelah program KKL-PPM berakhir.

Kegiatan ini menggunakan pendekatan pengembangan masyarakat partisipatif yang dipadukan dengan proses rancang bangun (*engineering design process*). Pendekatan partisipatif dipilih karena keberhasilan program pengelolaan sampah berbasis komunitas sangat bergantung pada keterlibatan aktif warga sejak perencanaan hingga keberlanjutan pengelolaan (Sinaga dkk., 2026; Yandri dkk., 2023), sedangkan proses rancang bangun digunakan untuk memastikan bahwa insinerator yang dihasilkan memenuhi prinsip teknis pembakaran dua ruang (*double chamber*) dengan injeksi udara sekunder sebagaimana direkomendasikan oleh berbagai kajian teknologi insinerator dan rocket stove (Barbour dkk., 2021; Estu Broto dkk., 2024; Yahya & Ningrum, 2023).

Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dilakukan melalui enam tahapan utama sebagai berikut.

1. Tahap observasi dan identifikasi kebutuhan. Tim pelaksana melakukan observasi lapangan dan wawancara singkat dengan pengurus RT/RW serta warga untuk mengidentifikasi pola timbulan sampah,

kebiasaan pembakaran terbuka, keluhan warga terkait asap dan bau, serta ketersediaan lahan dan bahan baku yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan insinerator.

2. Tahap perancangan alat (design). Berdasarkan hasil observasi, tim menyusun rancangan teknis insinerator yang terdiri atas ruang bakar utama, ruang bakar sekunder dengan lubang udara tambahan, serta cerobong asap. Perancangan mempertimbangkan kapasitas sampah harian warga, ketersediaan bahan baku lokal, kemudahan pengoperasian, serta keamanan penggunaan bagi warga.

3. Tahap pembuatan dan pemasangan alat (fabrication). Insinerator dibuat menggunakan bahan yang mudah diperoleh, seperti drum bekas dan pelat besi, yang dimodifikasi menjadi dua ruang bakar yang saling terhubung. Alat dipasang secara permanen di lokasi yang telah disepakati bersama warga, dengan mempertimbangkan jarak aman dari permukiman dan kemudahan akses bagi seluruh warga RW 06.

4. Tahap uji coba pembakaran (testing). Uji coba dilakukan dengan membakar sampah rumah tangga campuran pada insinerator yang telah dibangun, kemudian dibandingkan dengan pembakaran terbuka konvensional pada volume sampah yang setara. Indikator yang diamati meliputi kepekatan asap secara visual, lama waktu pembakaran hingga sampah menjadi abu, serta kondisi residu/abu yang dihasilkan.

5. Tahap sosialisasi dan pelatihan warga. Tim pelaksana memberikan sosialisasi mengenai bahaya pembakaran sampah terbuka serta pelatihan langsung kepada warga mengenai cara memilah sampah sebelum dibakar, cara mengoperasikan insinerator dengan aman, serta cara melakukan perawatan sederhana terhadap alat.

6. Tahap evaluasi dan serah terima pengelolaan. Kegiatan diakhiri dengan evaluasi bersama warga terhadap kinerja alat dan pemahaman warga, serta penyerahan hak pengelolaan insinerator kepada pengurus RW 06 melalui berita acara serah terima, mengingat insinerator merupakan sarana permanen yang terpasang di lokasi tersebut.

Keberhasilan kegiatan diukur menggunakan beberapa indikator, yaitu: (1) berfungsinya insinerator minim asap sesuai rancangan teknis yang ditetapkan; (2) adanya penurunan kepekatan asap yang teramati secara visual pada saat uji coba pembakaran dibandingkan dengan pembakaran terbuka; (3) meningkatnya pemahaman warga terhadap bahaya pembakaran sampah terbuka dan cara pengoperasian insinerator yang aman, yang diukur melalui pengamatan partisipasi dan tanya jawab pada sesi pelatihan; serta (4) kesediaan pengurus RW 06 untuk melanjutkan pengelolaan dan perawatan insinerator secara mandiri setelah program KKL-PPM berakhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi awal di RW 06 Kelurahan Karangrejo menunjukkan bahwa sebagian besar warga masih menangani sampah rumah tangga dengan cara membakarnya secara terbuka di lahan kosong dekat permukiman. Kebiasaan ini terutama dilakukan terhadap sampah kering seperti dedaunan, kertas,

kardus, dan sampah plastik yang tidak diangkut secara rutin oleh layanan kebersihan. Wawancara singkat dengan pengurus RT/RW mengonfirmasi bahwa asap dan bau dari pembakaran terbuka kerap menjadi keluhan warga, terutama bagi rumah yang berdekatan langsung dengan lokasi pembakaran. Temuan ini memperkuat urgensi penyediaan fasilitas pembakaran sampah yang lebih terkendali di lingkungan tersebut, sejalan dengan berbagai laporan pengabdian masyarakat yang juga menemukan pola serupa di wilayah lain dengan keterbatasan akses layanan persampahan formal (Koilola dkk., 2024; Suryani, 2022).

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan, tim pelaksana merancang insinerator dengan sistem dua ruang bakar (double chamber) yang mengadaptasi prinsip pembakaran bertingkat sebagaimana diterapkan pada berbagai insinerator komunitas dan rocket stove (Estu Broto dkk., 2024; Fadilah dkk., 2024; Yahya & Ningrum, 2023). Ruang bakar utama berfungsi sebagai tempat pembakaran awal sampah, sedangkan ruang bakar sekunder yang dilengkapi lubang udara tambahan berfungsi menyempurnakan pembakaran asap dan gas sisa sebelum dilepaskan melalui cerobong. Prinsip penambahan udara sekunder ini sejalan dengan temuan Barbour dkk. (2021) yang menunjukkan bahwa injeksi udara tambahan pada tahap kedua pembakaran biomassa dapat mendorong pembakaran ulang gas mudah terbakar sehingga menurunkan emisi partikulat secara signifikan. Spesifikasi teknis insinerator yang dibangun tim pelaksana secara ringkas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Insinerator Minim Asap

Komponen	Spesifikasi/Keterangan
Bahan utama	Hebel, Semen, Besi, Kawat Bendrat, Benang Nylon, PiloX
Ruang bakar utama (primary chamber)	Tempat pembakaran awal sampah
Ruang bakar sekunder (secondary chamber)	Dilengkapi lubang udara sekunder untuk membakar ulang asap dan gas sisa
Cerobong asap	Menyalurkan sisa gas buang setelah melalui ruang bakar sekunder
Kapasitas	isi kapasitas hasil rancangan tim, mis. $\pm$ 10–20 kg sampah per proses pembakaran]
Sumber energi	Tanpa listrik (pembakaran alami dengan aliran udara)
Lokasi pemasangan	RT 21 RW 06 Kelurahan Karangrejo, Kecamatan Metro Utara, Kota Metro

Sumber: hasil rancangan tim pelaksana KKL-PPM Kelompok 35, 2026

Pemilihan bahan Hebel semen, Besi, kawat Bendrat, Benang nylon, pilox didasarkan pada pertimbangan kemudahan memperoleh bahan di pasaran lokal serta biaya pembuatan yang relatif

terjangkau, sebagaimana juga diterapkan pada sejumlah program pengabdian insinerator komunitas lain (Amirrianda dkk., 2023; Santosa dkk., 2022). Insinerator dipasang secara permanen di lokasi yang telah disepakati bersama pengurus RT 21 RW 06, dengan mempertimbangkan jarak aman dari permukiman warga serta kemudahan akses bagi seluruh rumah tangga di lingkungan tersebut.

Sebelum insinerator dioperasikan secara rutin oleh warga, tim pelaksana mengadakan sosialisasi mengenai dampak negatif pembakaran sampah terbuka terhadap kesehatan dan lingkungan, dilanjutkan dengan pelatihan praktik langsung mengenai tata cara pemilahan sampah sebelum dibakar, prosedur pengoperasian insinerator yang aman, serta cara melakukan perawatan sederhana seperti pembersihan abu dan pengecekan lubang udara sekunder agar tidak tersumbat. Antusiasme warga terlihat dari tingginya partisipasi dalam sesi tanya jawab, khususnya terkait jenis sampah yang boleh dan tidak boleh dibakar di dalam insinerator, misalnya sampah B3 rumah tangga yang sebaiknya dikelola secara terpisah dan tidak dibakar bersama sampah domestik biasa.

Uji coba pembakaran dilakukan dengan membandingkan proses pembakaran sampah rumah tangga campuran menggunakan insinerator minim asap dan menggunakan metode pembakaran terbuka konvensional pada volume sampah yang relatif setara. Pengamatan dilakukan terhadap beberapa indikator, yaitu kepekatan asap secara visual, bau yang tercium di sekitar lokasi pembakaran, lama waktu pembakaran hingga sampah menjadi abu, serta kondisi residu yang dihasilkan. Ringkasan hasil pengamatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Uji Coba Pembakaran Sampah

Indikator Pengamatan	Pembakaran Terbuka	Insinerator Minim Asap
Kepekatan asap (pengamatan visual)	Tebal, hitam kelabu	Tipis, cenderung transparan
Bau pembakaran	Menyengat	Berkurang signifikan
Waktu pembakaran untuk volume sampah setara	.±30-45 Menit	.±10-15 Menit
Sisa abu/residu	Tidak merata, banyak residu tidak terbakar	Lebih halus dan merata
Risiko percikan api ke lingkungan sekitar	Tinggi (tanpa penampung)	Rendah (dalam ruang bakar tertutup)

Sumber: hasil pengamatan lapangan tim pelaksana, 2026

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penggunaan insinerator minim asap menghasilkan asap yang jauh lebih tipis dan cenderung transparan dibandingkan dengan pembakaran terbuka yang menghasilkan asap tebal berwarna hitam kelabu. Penurunan kepekatan asap ini konsisten dengan prinsip kerja ruang bakar sekunder yang menyempurnakan pembakaran gas dan partikel sebelum dilepas ke udara, sebagaimana dilaporkan pada berbagai kajian insinerator dua ruang bakar (Gusdini dkk., 2023;

Santosa dkk., 2022). Bau pembakaran juga dirasakan warga jauh berkurang, sehingga mengurangi keluhan yang sebelumnya kerap muncul akibat pembakaran terbuka.

Selain penurunan emisi asap, insinerator yang dibangun juga memperlihatkan residu abu yang lebih halus dan merata, mengindikasikan proses pembakaran yang berlangsung lebih sempurna dibandingkan dengan pembakaran terbuka yang cenderung menyisakan bahan yang tidak terbakar habis. Ruang bakar yang tertutup juga menekan risiko percikan api menyebar ke lingkungan sekitar, sehingga meningkatkan aspek keselamatan penggunaan dibandingkan dengan pembakaran di lahan terbuka tanpa penampung. Temuan ini sejalan dengan laporan Fadilah dkk. (2024) dan Pungut dkk. (2022) yang menegaskan bahwa desain ruang bakar tertutup dengan sistem pembakaran bertingkat dapat meningkatkan efisiensi pembakaran sekaligus menekan risiko kebakaran yang tidak terkendali.



Gambar 1. Sampah Minim Asap

Sumber : Dokumentasi KKL PPM 35 UNMAL 2026

Secara umum, hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa intervensi teknologi sederhana berupa insinerator minim asap dapat menjadi solusi yang efektif dan realistis untuk diterapkan pada skala lingkungan RW dengan keterbatasan akses layanan persampahan formal. Berbeda dengan insinerator skala industri yang memerlukan biaya investasi besar dan sistem pengendalian pencemaran udara yang

kompleks (Satriyo dkk., 2024), insinerator berskala komunitas yang dibangun dalam kegiatan ini dirancang sesederhana mungkin tanpa mengorbankan prinsip dasar pembakaran bertingkat yang terbukti efektif menurunkan emisi asap (Estu Broto dkk., 2024). Pendekatan ini memungkinkan warga dengan sumber daya terbatas untuk tetap memperoleh manfaat penurunan emisi tanpa harus menanggung biaya operasional maupun perawatan yang tinggi.

Keberhasilan program ini juga tidak terlepas dari keterlibatan aktif warga sejak tahap awal identifikasi masalah hingga pelatihan penggunaan alat. Pendekatan partisipatif yang diterapkan sejalan dengan temuan Sinaga dkk. (2026) dan Yandri dkk. (2023) yang menegaskan bahwa program pengelolaan sampah berbasis komunitas lebih berpeluang berkelanjutan apabila warga dilibatkan secara aktif dan diberi pemahaman yang cukup mengenai manfaat serta cara pengelolaan fasilitas yang dibangun. Pelatihan pemilahan sampah sebelum pembakaran juga sejalan dengan prinsip pengelolaan sampah berkelanjutan yang menekankan pentingnya memisahkan sampah yang dapat didaur ulang atau dikomposkan agar tidak seluruhnya berakhir di insinerator (Annisa & Fitria Ningrum, 2023; Azmin, 2025).

Meskipun demikian, kegiatan ini juga menghadapi sejumlah kendala, di antaranya keterbatasan waktu pelaksanaan program KKL-PPM yang membatasi jumlah uji coba dan pendampingan lanjutan, serta perlunya edukasi berkelanjutan agar warga tidak membakar sampah B3 rumah tangga atau sampah yang berpotensi menghasilkan gas berbahaya di dalam insinerator (Lubis dkk., 2025). Oleh karena itu, keberlanjutan pengelolaan insinerator setelah program berakhir menjadi kunci utama, yang dalam kegiatan ini diwujudkan melalui serah terima hak pengelolaan kepada pengurus RW 06 disertai kesepakatan mengenai jadwal penggunaan dan perawatan alat secara bergilir.

Keberlanjutan sebuah program pengabdian sangat ditentukan oleh sejauh mana masyarakat sasaran mampu melanjutkan dan mengelola hasil kegiatan secara mandiri setelah tim pelaksana menyelesaikan masa tugasnya. Dalam kegiatan ini, aspek keberlanjutan diperkuat melalui tiga langkah utama. Pertama, pelibatan pengurus RT/RW sejak tahap perancangan hingga penentuan lokasi pemasangan alat, sehingga warga memahami logika kerja insinerator, bukan sekadar menerima alat jadi. Kedua, pelatihan teknis pengoperasian dan perawatan sederhana diberikan langsung kepada beberapa warga yang akan berperan sebagai penanggung jawab harian, mengikuti pola pendampingan yang juga direkomendasikan pada kegiatan pengabdian pengelolaan sampah berbasis teknologi lain (Sinaga dkk., 2026). Ketiga, penyusunan kesepakatan bersama mengenai jadwal penggunaan bergilir antarwarga serta mekanisme pelaporan apabila terjadi kerusakan pada alat, sehingga tanggung jawab pemeliharaan tidak bertumpu pada satu pihak saja.

Pengalaman pelaksanaan program ini juga memberikan sejumlah pelajaran praktis (*lessons learned*) yang dapat menjadi rujukan bagi program serupa di wilayah lain. Pertama, penggunaan bahan

bekas seperti drum dan pelat besi bekas terbukti efektif menekan biaya pembuatan tanpa mengorbankan fungsi teknis alat, sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular yang belakangan semakin banyak diterapkan dalam program pengelolaan sampah berbasis masyarakat (Sinaga dkk., 2026). Kedua, keterlibatan tokoh masyarakat dan pengurus RT/RW sejak awal kegiatan mempermudah proses sosialisasi dan meningkatkan kepercayaan warga terhadap manfaat alat yang dibangun. Ketiga, edukasi mengenai jenis sampah yang layak dan tidak layak dibakar perlu terus diulang secara berkala, mengingat perubahan perilaku masyarakat dalam memilah sampah umumnya membutuhkan waktu dan pengulangan pesan yang konsisten, bukan hanya sosialisasi satu kali di awal program.

Dibandingkan dengan pendekatan yang hanya berfokus pada penyediaan tempat sampah atau bank sampah tanpa disertai solusi pengolahan akhir, pendekatan yang memadukan penyediaan alat pembakaran minim asap dengan edukasi pemilahan sampah dinilai lebih menyeluruh dalam menjawab akar permasalahan di RW 06 Kelurahan Karangrejo, yaitu ketiadaan fasilitas pengolahan sampah residu yang aman setelah proses pemilahan dilakukan. Pendekatan gabungan semacam ini sejalan dengan rekomendasi Koilola dkk. (2024) yang menekankan bahwa strategi reduksi sampah dari sumber perlu dilengkapi dengan solusi pengolahan residu yang tidak dapat didaur ulang maupun dikomposkan, agar volume sampah yang berakhir di lingkungan terbuka atau tempat pembuangan akhir dapat ditekan secara lebih signifikan.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian pengembangan insinerator minim asap di RW 06 Kelurahan Karangrejo, Kecamatan Metro Utara, Kota Metro telah berhasil menghasilkan sebuah fasilitas pembakaran sampah dua ruang bakar yang mampu menurunkan kepekatan asap dan bau pembakaran secara nyata dibandingkan dengan pembakaran terbuka konvensional, sekaligus mempercepat proses pembakaran dan menghasilkan residu abu yang lebih halus dan merata. Keberhasilan ini didukung oleh penerapan prinsip pembakaran bertingkat dengan penambahan udara sekunder pada ruang bakar kedua, yang terbukti efektif menyempurnakan pembakaran gas dan partikel sisa. Selain aspek teknis, kegiatan ini juga berhasil meningkatkan pemahaman warga mengenai bahaya pembakaran sampah terbuka, cara memilah sampah sebelum dibakar, serta cara mengoperasikan dan merawat insinerator secara aman dan mandiri. Keberlanjutan program ditegaskan melalui serah terima hak pengelolaan insinerator kepada pengurus RW 06, sehingga fasilitas ini diharapkan dapat terus dimanfaatkan dan dirawat oleh warga secara mandiri setelah program KKL-PPM berakhir. Pengalaman ini menunjukkan bahwa teknologi sederhana dan berbiaya rendah, apabila dirancang dengan mempertimbangkan prinsip teknis yang tepat serta melibatkan masyarakat secara aktif, dapat menjadi solusi yang realistis untuk menekan emisi pembakaran sampah sekaligus mendukung pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan di tingkat

lingkungan permukiman. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan adanya pendampingan berkelanjutan, replikasi program pada RW lain dengan karakteristik permasalahan serupa, serta kajian lanjutan mengenai kualitas emisi insinerator secara lebih terukur menggunakan instrumen pengujian emisi yang lebih presisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Malahayati atas dukungan dan fasilitasi pelaksanaan program KKL-PPM Kelompok 35. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada perangkat Kelurahan Karangrejo, pengurus dan warga RW 06 Kecamatan Metro Utara, Kota Metro, atas partisipasi, dukungan, serta kerja sama yang baik selama proses perancangan, pembuatan, uji coba, hingga serah terima pengelolaan insinerator minim asap. Semoga kerja sama yang telah terjalin dapat terus memberikan manfaat bagi peningkatan kualitas lingkungan dan pengelolaan sampah yang berkelanjutan di wilayah tersebut.

6

DAFTAR PUSTAKA

- Amirrianda, R., Setiawan, B., Azriadi, E., & Fiatno, A. (2023). Pembuatan Alat Insinerator Ramah Lingkungan Penghasil Arang dan Asap Cair. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 6(1), 71–80.
- Annisa, N., & Fitria Ningrum, D. E. A. (2023). Pemberdayaan Masyarakat dalam Pengolahan Sampah Plastik Rumah Tangga. *Jurnal PkM (Pengabdian kepada Masyarakat)*, 6(3), 258–264. <https://doi.org/10.30998/jurnalpkm.v6i3.8324>
- Azmin, N. (2025). Edukasi Penggunaan Limbah Rumah Tangga untuk Pembuatan Kompos. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1).
- Barbour, M., Udesen, D., Bentson, S., Pundle, A., Tackman, C., Evitt, D., Means, P., Scott, P., Still, D., Kramlich, J., Posner, J. D., & Lieberman, D. (2021). Development of wood-burning rocket cookstove with forced air-injection. *Energy for Sustainable Development*, 65, 12–24.
- Estu Broto, P., Fitriyanti, Kusmiran, A., & Ihsan, K. (2024). Rancang Bangun Insinerator Pengolahan Sampah dengan Penerapan Teknologi Termal yang Ramah Lingkungan. *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 11(1), 19–30. <https://doi.org/10.24252/jft.v11i1.45734>
- Fadilah, M. Y., Irawadi, I., Akbar, M. F., Oktavian, A. F., & Islami, L. (2024). Rancangan Insenerator Pembakar Sampah Upaya Menanggulangi Tumpukan Sampah di Desa Cisolok. *Jurnal Pengabdian Masyarakat: Pemberdayaan, Inovasi dan Perubahan*, 4(4). <https://doi.org/10.59818/jpm.v4i4.914>
- Gusdini, N., Mediana, N., & Pratiwi, R. (2023). Uji Kinerja Insinerator dan Alat Pengendali Pencemaran Udara untuk Meminimalkan Dampak Limbah B3. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(1), 1–9.

- Kasda, Yulianto, Y., Mufti, K., & Nulhakim, R. R. (2026). Rancang Bangun Prototipe Insinerator Pemusnah Sampah Tanpa Bahan Bakar pada Tempat Pengolahan Sampah Desa Karang Mukti. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 10(1).
- Koilola, F. Y., Hadinugroho, D. L., & Thoha, A. S. (2024). Analisis Strategi Pengelolaan Sampah Berbasis Pengurangan (Reduksi) di Kecamatan Medan Helvetia Kota Medan. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 5(2), 1318–1332. <https://doi.org/10.55681/jige.v5i2.2821>
- Lasmana, A., Junaidi, & Kurniawan, E. (2021). Rancang Bangun Alat Pembakar Sampah (Incinerator) dengan Burner Oli Bekas. *Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 2(1), 35–40.
- Lubis, D. F., Nuari, D., & Sumardi, H. (2025). Analysis of Changes in Community Behavior in Waste Management through Zero Waste Community: A Case Study of Medan Perjuangan City. *Journal of Social, Policy, and Development Studies*, 2(1), 25–33.
- Nurfarizi Gilang Asmoro, A., Zahran, F., Firmansyah, R., Munifah, S., Widiarti, W., & Dewinggih, T. (2024). Optimalisasi Pengelolaan Sampah di RW 16 Desa Cigugurgirang: Keunggulan dan Keterbatasan Mini Incinerator sebagai Inovasi untuk Mendukung SDGs. *Proceedings UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 5(7).
- Pungut, P., Al Kholif, M., & Sugianto, A. A. P. N. (2022). Pengaruh Tekanan Blower pada Proses Pembakaran Sampah Medis Menggunakan Insinerator Statis terhadap Kualitas Abu. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(1).
- Rivai, A., Fausy, M., & Mulyadi. (2023). Penggunaan Alat Pembakaran Sampah Tanpa Asap untuk Mengatasi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 23(1), 88–93.
- Santosa, I. D. M. C., Suprpto, P. A., & Sudirman, S. (2022). Aplikasi Insinerator Hemat Energi Solusi Timbunan Sampah Residu Rumah Tangga: Studi Kasus di Desa Adat Galiukir, Kabupaten Tabanan. *Bhakti Persada*, 8(2), 117–124. <https://doi.org/10.31940/bp.v8i2.117-124>
- Satriyo, A., Wardhani, D. H., & Widayat, W. (2024). Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dengan Teknologi Insinerasi pada Fasilitas Pengelolaan Limbah Terpadu (FPLT) Kawasan Medan. *JPII*, 2(1), 17–25. <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.24112>
- Sinaga, B., Marpaung, P., Manik, M., & Manullang, Y. P. (2026). Pemberdayaan Masyarakat melalui Pengelolaan Sampah Berbasis Teknologi untuk Mewujudkan Smart Environment dan Mendukung Ekonomi Sirkular. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*, 7(2), 3773–3784. <https://doi.org/10.55338/jpkmn.v7i2.7860>
- Suryani, A. S. (2022). Pengelolaan Sampah dan Pemberdayaan Masyarakat. *Jurnal Aspirasi*, 13(1), 155–168.
- Yahya, M. F., & Ningrum, D. A. (2023). Inovasi Alat Pembakaran Sampah Tanpa Asap Metode Rocket Stove. *AMONG Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 42–49.
- Yandri, P., Budi, S., & Putri, I. A. P. (2023). Waste sadaqah: A new community-based waste management practice in Java, Indonesia. *Sustainability: Science, Practice, and Policy*, 19(1). <https://doi.org/10.1080/15487733.2023.2212510>