

Implementasi Alat Pembakaran Minim Asap Untuk Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Desa Wangunsari

Implementation of Low-Smoke Combustion Equipment for Household Waste Management in Wangunsari Village

Anton Aryanto^{1*}, Muhamad Wanda Pratama²⁾, Julian Lyle³⁾, Ayu Putri Rayhan⁴⁾, Kiki Setiawan⁵⁾, Jalaludin Mahmud Noor⁶⁾, Muhammad Ridwan⁷⁾, Yayan Miftahul Choer⁸⁾ dan Filly Pravitasari⁹⁾

Universitas Insan Cendekia Mandiri, Jl Pasirkaliki 199, Bandung, 40162

Email: antonariyan@gmail.com

*) penulis korespondensi

DOI: <http://10.37577/.v%vi%i.1013>

Diterima: Desember, 2025. Disetujui: Desember, 2025. Dipublikasikan: Januari, 2026

Abstrak: Program pengabdian masyarakat ini bertujuan mengatasi penumpukan sampah kering di Kampung Cijengkol, Desa Wangunsari, melalui penerapan kompor pembakaran minim asap sebagai teknologi tepat guna. Metode partisipatif digunakan melalui survei kebutuhan, diskusi kelompok terarah, perancangan alat, serta uji coba bersama masyarakat. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa kompor mampu menurunkan produksi asap hingga $\pm 60\%$, mempercepat proses pembakaran, serta mengurangi residu abu. Partisipasi warga meningkat, ditandai keterlibatan warga masyarakat dan penurunan sampah kering sekitar 35% dalam tiga minggu. Program ini berdampak positif terhadap perilaku pengolahan sampah dan meningkatkan kapasitas masyarakat dalam pengolahan mandiri. Secara keseluruhan, teknologi ini efektif dan relevan untuk diterapkan di wilayah pedesaan dengan masalah serupa.

Kata kunci: pengabdian masyarakat, sampah kering, teknologi tepat guna, minim asap, partisipasi masyarakat

Abstract: This community service program aims to address the accumulation of dry waste in Cijengkol Hamlet, Wangunsari Village, through the implementation of a low-smoke waste-burning stove as an appropriate technology. A participatory method was applied, including needs assessment, focus group discussions, device design, and field trials with residents. The results indicate that the stove reduced visible smoke by approximately 60%, accelerated combustion, and decreased ash residue. Community participation increased, as indicated by resident involvement and a reduction of dry waste by approximately 35% within three weeks. The program contributed to improved waste management behavior and

enhanced local capacity for independent waste handling. Overall, the technology proved effective and applicable for rural areas facing similar challenges.

Keywords: *community service, dry waste, appropriate technology, low smoke, community participation*

Pendahuluan

Permasalahan pengolahan sampah masih menjadi isu strategis di berbagai wilayah Indonesia, terutama pada daerah pedesaan yang belum memiliki sistem pengolahan sampah yang memadai. Menurut laporan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Indonesia menghasilkan lebih dari 19 juta ton sampah per tahun, dan sekitar 40% wilayah pedesaan belum memiliki sistem pengangkutan sampah yang berfungsi optimal (KLHK, 2021). Fakta ini mencerminkan bahwa pengolahan sampah di pedesaan masih menghadapi tantangan struktural dan sosial yang signifikan.

Kondisi serupa ditemukan di Kampung Cijengkol, Desa Wangunsari, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat, yang menjadi lokasi kegiatan pengabdian masyarakat oleh tim KKN. Berdasarkan survei lapangan dan wawancara mendalam dengan warga setempat, diketahui bahwa penumpukan sampah rumah tangga terjadi secara berulang, terutama pada titik-titik dekat pemukiman dan aliran sungai kecil. Penumpukan ini terutama berasal dari sampah kering seperti plastik kemasan, kertas, kardus, dan daun kering.

Data kualitatif yang dihimpun dari warga menunjukkan bahwa keterlambatan pengangkutan sampah oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) terjadi 1–2 minggu lebih lama dari jadwal seharusnya, sehingga volume sampah di rumah warga terus meningkat. Warga juga menyampaikan bahwa armada pengangkut sampah tidak memadai, serta jadwal pengangkutan tidak selalu konsisten. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian (Febrianti et al., 2020) bahwa salah satu penyebab penumpukan sampah di wilayah pedesaan adalah minimnya sarana angkut dan lemahnya koordinasi spasial pengolahan sampah.

Dari sisi sosial, sebagian masyarakat di Kampung Cijengkol belum terbiasa melakukan pemilahan dan pengolahan sampah secara mandiri, sehingga sampah organik dan anorganik sering tercampur. Hasil observasi menunjukkan bahwa sekitar 70% warga masih mengandalkan sistem pengangkutan DLHK, dan hanya ±10% yang melakukan praktik pemilahan sampah pada tingkat rumah tangga. Kondisi ini diperkuat pernyataan (Putri & Gunawan, 2022) bahwa tingkat literasi lingkungan di beberapa desa di Jawa Barat masih tergolong rendah, terutama dalam aspek pengolahan sampah mandiri.

Penumpukan sampah yang tidak terkelola dengan baik berpotensi menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti meningkatnya populasi lalat, nyamuk, dan tikus, serta polusi bau yang mengganggu kenyamanan. Ketika musim hujan, sampah yang menyumbat drainase juga menyebabkan genangan air dan banjir lokal, yang kemudian berdampak pada kesehatan lingkungan. Temuan ini konsisten dengan studi (Yuliana et al., 2021) yang menegaskan bahwa akumulasi sampah rumah tangga secara langsung meningkatkan risiko penyakit berbasis lingkungan, seperti diare dan DBD.

Melihat kompleksitas permasalahan tersebut, tim KKN menilai diperlukan sebuah solusi teknis dan praktis yang dapat diimplementasikan langsung oleh masyarakat tanpa bergantung sepenuhnya pada pengangkutan sampah oleh DLHK. Berdasarkan diskusi kelompok terarah (FGD) dengan warga dan perangkat desa, disepakati bahwa alat pembakaran sampah minim asap menjadi alternatif yang paling relevan. Solusi ini efektif karena dapat membantu warga mengurangi volume sampah kering secara mandiri dengan metode pembakaran tertutup yang lebih ramah lingkungan.

Prinsip kerja alat ini memanfaatkan sistem pembakaran vertikal dengan aliran udara terkendali, sehingga proses pirolisis lebih optimal dan menghasilkan asap yang jauh lebih sedikit dibanding pembakaran terbuka. Teknologi pembakaran minim asap telah terbukti efektif dalam mengurangi polusi udara dan mempercepat reduksi volume sampah kering hingga 80% (Sari & Abdullah, 2021).

Melalui kegiatan KKN ini, tim tidak hanya berfokus pada pembangunan alat secara fisik, tetapi juga mengupayakan edukasi dan kesadaran masyarakat mengenai manajemen sampah, pemilahan sampah kering, serta cara penggunaan dan perawatan alat secara berkelanjutan. Tujuan akhirnya adalah mendorong terjadinya perubahan sosial positif, yaitu terbentuknya masyarakat yang lebih mandiri, lebih peduli lingkungan, dan lebih mampu mengelola sampah secara berkelanjutan. Diharapkan pula program ini dapat menjadi langkah awal menuju terciptanya desa yang bersih, sehat, dan berdaya dalam pengolahan sampah lokal.

Kajian Literatur Review

1. Sampah Rumah Tangga

Sampah rumah tangga didefinisikan sebagai sisa kegiatan domestik yang tidak lagi diinginkan atau dibuang oleh pengguna, mencakup fraksi organik (makanan, daun) dan anorganik (kertas, plastik, kemasan) dengan karakteristik fisik dan kadar air yang berbeda-beda. Kajian terhadap komposisi sampah rumah tangga menunjukkan proporsi organik yang dominan ($\pm 40-60\%$) dan proporsi anorganik yang variatif tergantung konteks lokal, sehingga penanganan memerlukan pendekatan yang berbeda untuk setiap fraksi. Temuan studi kasus di wilayah perkotaan dan perdesaan di Jawa Barat menegaskan variasi komposisi ini dan implikasinya bagi strategi pengolahan lokal (Afiatun, 2024).

2. Pengolahan Sampah

Pengolahan sampah mencakup serangkaian aktivitas mulai dari pencegahan, pemilahan di sumber, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, hingga pembuangan akhir. Pendekatan efektivitas pengolahan menuntut integrasi kebijakan publik, infrastruktur teknis, dan partisipasi masyarakat. Studi tinjauan dan kasus di Indonesia menyorot bahwa hambatan utama pengolahan adalah lemahnya pelaksanaan kebijakan pada tingkat desa/kelurahan, keterbatasan fasilitas, serta rendahnya frekuensi dan jangkauan layanan pengangkutan yang berkontribusi pada akumulasi sampah lokal. Oleh karena itu solusi teknis (mis. unit pengolahan skala lokal) harus dipadukan dengan intervensi tata kelola (Rachman et al., 2020).

3. Partisipasi Masyarakat

Partisipasi masyarakat mencakup keterlibatan warga dalam perencanaan, pelaksanaan, serta pengawasan program pengolahan sampah, baik secara individu (memilah sampah) maupun kolektif (bank sampah, kerja bakti, kelompok pengelola). Bukti empiris dari sejumlah studi lokal menunjukkan bahwa program yang mengintegrasikan masyarakat sejak tahap perencanaan (melalui FGD atau kelompok kerja) menghasilkan tingkat adopsi dan keberlanjutan yang lebih tinggi. Selain itu, lembaga lokal seperti Karang Taruna, RT/RW, dan bank sampah memainkan peran kunci sebagai penggerak partisipasi dan pengelola fasilitas skala mikro (Sinaga, 2023).

4. Hubungan Antara Partisipasi dan Hasil Operasional

Penelitian kasus di berbagai kabupaten/kelurahan menemukan korelasi positif antara intensitas partisipasi masyarakat (kehadiran kegiatan, keterlibatan operasional) dan penurunan volume sampah di titik kritis, peningkatan pemilahan sumber, serta pendirian unit pengolahan lokal (bank sampah, komposter, unit pembakaran terkontrol). Program intervensi yang menyertakan pelatihan praktis (*learning-by-doing*), demo teknis, dan pengukuran berkala cenderung menunjukkan dampak lebih cepat dan lebih berkelanjutan dibandingkan kampanye penyuluhan semata (Missouri et al., 2023).

Metode

Pengabdian masyarakat ini menggunakan pendekatan partisipatif yang menempatkan masyarakat Kampung Cijengkol, Desa Wangunsari, sebagai subjek utama program. Pendekatan partisipatif dipilih karena terbukti efektif dalam mendorong keterlibatan masyarakat pada proses identifikasi masalah hingga implementasi solusi (Putri & Gunawan, 2022). Kegiatan dilakukan pada area pemukiman yang terdampak penumpukan sampah kering akibat keterlambatan pengangkutan oleh DLHK (KLHK, 2021).

Perencanaan program diawali dengan survei lapangan dan wawancara untuk mengidentifikasi pola pengolahan sampah dan kebutuhan warga. Tahap ini memanfaatkan metode *needs assessment* untuk memastikan solusi sesuai konteks lokal (Febrianti et al., 2020). Warga, RT/RW, dan Karang Taruna terlibat dalam diskusi kelompok terarah (*Focus Group Discussion*) yang menghasilkan kesepakatan untuk menggunakan alat pembakaran minim asap sebagai teknologi tepat guna yang paling relevan. sebagai pendekatan partisipatif dalam perencanaan program lingkungan berbasis masyarakat. Alat ini dipilih karena mekanisme pembakaran tertutup dinilai lebih aman dan menghasilkan emisi lebih rendah dibanding pembakaran terbuka (Sari & Abdullah, 2021).

Strategi pelaksanaan menggunakan pendekatan *learning by doing*, yaitu warga dilibatkan dalam proses pembuatan, uji coba, dan perawatan alat. Selanjutnya dilakukan sosialisasi dan demonstrasi penggunaan alat, dilanjutkan dengan monitoring dan evaluasi untuk menilai efektivitas alat dan penerimaannya oleh masyarakat. Model implementasi ini mengikuti pola pengabdian berbasis kolaboratif yang menekankan peran aktif masyarakat dalam keberlanjutan (Yuliana et al., 2021).

Tahapan Pelaksanaan Program Pengabdian

Tahap pelaksanaan program pengabdian masyarakat dilaksanakan secara bertahap dan berkelanjutan selama periode Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kampung Cijengkol, Desa Wangunsari, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat. Pelaksanaan program ini menitikberatkan pada pendekatan partisipatif dengan melibatkan masyarakat secara aktif, mulai dari tahap awal perencanaan hingga implementasi dan evaluasi alat pembakaran sampah minim asap. Tahapan pelaksanaan program pengabdian ini meliputi:

1. Koordinasi dan Audiensi

Tahap awal pelaksanaan diawali dengan kegiatan koordinasi dan audiensi dihadiri sebanyak 13 orang, yaitu Bapak H. Diki Rohani S.Pt. selaku Kepala Desa Wangunsari, Bapak Aep Heri selaku Sekretaris Desa Wangunsari, Bapak Rohimat selaku ketua RT setempat, Bapak Fahri dan Jimi Abdillah selaku ketua dan sekretaris Karang Taruna Desa Wangunsari serta seluruh tim KKN Teknik Industri. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh izin resmi untuk menunjukkan legitimasi kegiatan dan izin lokal yang mendukung keberlanjutan program serta menyamakan persepsi terkait permasalahan pengolahan sampah, serta menentukan bentuk dukungan yang dapat diberikan oleh pihak desa dan masyarakat.



Gambar 1. Koordinasi dan Audiensi Tim KKN

Hasil koordinasi dan audiensi menyimpulkan bahwa permasalahan penumpukan sampah rumah tangga memang menjadi isu utama yang membutuhkan solusi praktis dan segera.

2. Survey Lapangan dan Observasi Langsung

Selanjutnya, tim KKN melakukan survei lapangan dan observasi langsung terhadap kondisi lingkungan sekitar permukiman warga. Survei ini difokuskan pada identifikasi lokasi penumpukan sampah, pola kebiasaan masyarakat dalam membuang dan membakar sampah, serta keterbatasan sistem pengangkutan sampah oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK). Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar warga membuang sampah secara tidak teratur di sekitar rumah, lahan kosong, dan tepi jalan. Kondisi ini diperparah oleh keterbatasan armada dan frekuensi pengangkutan sampah oleh DLHK yang tidak berlangsung secara rutin, sumber daya manusia, serta kurangnya tempat penampungan sementara (TPS) sehingga sampah cenderung menumpuk dalam waktu lama seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. dibawah ini.



Gambar 2. Hasil Survey Lokasi Tumpukan Sampah

Selain itu, praktik melakukan pembakaran sampah secara terbuka masih umum dilakukan tanpa mempertimbangkan dampak asap dan pencemaran udara seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3. dibawah ini.



Gambar 3. Hasil Survey Lokasi Pembakaran Sampah Terbuka

Temuan ini menjadi dasar bagi tim KKN untuk merumuskan solusi pengolahan sampah berbasis masyarakat yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan lokal. Berdasarkan observasi yang kami fokuskan pada salah satu RT di kampung Cijengkol, Desa Wangunsari, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat, wilayah RT ini terdiri dari 90 rumah dengan 130 kepala keluarga (KK). Sampah yang dihasilkan didominasi sampah rumah tangga, berupa sampah organik (sisa makanan, sayuran, daun) dan sampah anorganik (plastik kemasan, botol, kertas), serta sebagian kecil sampah B3 rumah tangga seperti baterai bekas. Secara nasional, sampah rumah tangga memang merupakan penyumbang terbesar timbulan sampah di Indonesia. Diketahui bahwa dari total timbulan sampah harian sekitar ± 150 kg per hari, terdapat sebagian sampah rumah tangga yang relatif kering dan sulit didaur ulang, seperti plastik multilayer, kertas kotor, dan kain bekas. Proporsi sampah jenis ini diperkirakan mencapai $\pm 20-25\%$, atau sekitar 30–40 kg per hari, sehingga diperlukan solusi penanganan khusus sebagai pelengkap penerapan pemilahan, pengolahan sampah organik, dan prinsip 3R.

Mengacu pada standar dan hasil penelitian timbulan sampah kawasan perdesaan di Indonesia, produksi sampah berkisar $\pm 0,30-0,34$ kg/orang/hari dengan dominasi sampah organik. Dengan asumsi rata-rata 4 orang per KK, maka timbulan sampah di RT ini diperkirakan mencapai ± 150 kg per hari (Masjhoer et al., 2023).

Sistem pengolahan sampah di tingkat RT belum berjalan optimal. *Masyarakat umumnya mengandalkan sistem pengangkutan sampah dari desa, namun pelaksanaannya tidak konsisten karena keterbatasan armada, sumber daya manusia, serta kurangnya tempat penampungan sementara (TPS).* Akibatnya, banyak warga yang membuang sampah secara terbuka di pekarangan rumah, di pinggir jalan, atau bahkan di sungai kecil yang melintasi pemukiman. Pemilahan sampah di sumber juga belum menjadi kebiasaan, sejalan dengan kondisi nasional di mana sebagian besar rumah tangga belum melakukan pemilahan sampah. Akibatnya, sampah sering dibuang di pekarangan rumah, pinggir jalan, atau dibakar, dan pada kondisi tertentu dibuang ke saluran air atau sungai kecil di sekitar permukiman.

Kondisi tersebut menjadi dasar bagi tim KKN untuk merancang solusi pengolahan sampah berbasis masyarakat tingkat RT, melalui pemilahan di sumber, pengolahan sampah organik skala kecil, penyediaan TPS sederhana, serta penguatan edukasi dan partisipasi warga.

3. Diskusi Kelompok (FGD)

Berdasarkan hasil *Focus Group Discussion (FGD)* yang melibatkan tim KKN dan perwakilan masyarakat RT, disepakati bahwa permasalahan sampah di lingkungan tersebut tidak dapat diselesaikan dengan satu pendekatan tunggal, melainkan memerlukan kombinasi beberapa solusi yang saling melengkapi. Alternatif solusi yang dibahas meliputi pemilahan sampah sejak dari sumber, khususnya pemisahan sampah organik dan sampah anorganik, sebagai langkah awal untuk mengurangi volume sampah yang harus ditangani lebih lanjut.

Untuk sampah organik, FGD merekomendasikan pengolahan menjadi produk bernilai guna dan bernilai jual, seperti kompos atau pupuk organik sederhana skala rumah tangga atau RT. Sementara itu, sampah anorganik diarahkan untuk dikelola melalui prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), baik melalui pemanfaatan ulang maupun pengumpulan untuk didaur ulang.

Selain pendekatan tersebut, FGD juga mengidentifikasi bahwa masih terdapat sampah rumah tangga yang relatif kering dan sulit didaur ulang, sehingga diperlukan solusi tambahan. Salah

satu alternatif yang disepakati adalah penerapan metode pembakaran sampah minim asap sebagai solusi terbatas dan terkontrol, khususnya untuk sampah kering tertentu, dengan tujuan mengurangi penumpukan sampah dan dampak pencemaran lingkungan. Metode ini dipandang sebagai solusi pendukung yang dapat diterapkan dengan pengawasan dan edukasi yang tepat kepada masyarakat.

Dalam diskusi ini, disepakati bahwa alat pembakaran sampah minim asap berbasis teknologi tepat guna dipilih sebagai solusi utama karena mudah dibuat, biaya relatif terjangkau, serta dapat dioperasikan oleh masyarakat secara mandiri. Kesepakatan ini menjadi dasar pelaksanaan tahap perancangan dan pembuatan alat.

4. Perancangan Desain Alat (Skala RT)

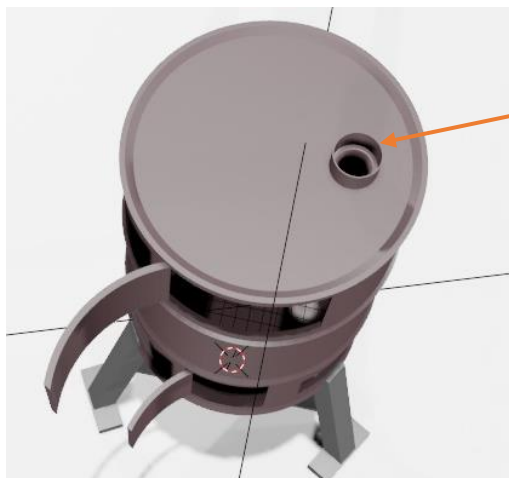
Berdasarkan hasil FGD (*Focus Group Discussion*) sebagai pendekatan partisipatif dalam perencanaan program lingkungan berbasis masyarakat (Mutiarasari & Pratiwi 2022), menghasilkan kesepakatan untuk perancangan sebuah alat pembakaran sampah dengan konsep rancangan desain alat pembakaran sampah minim asap berskala RT yang difokuskan untuk membakar sampah rumah tangga kering secara terbatas, terkontrol, dan bertahap. Kapasitas alat direncanakan sebesar 10 kg sampah per siklus pembakaran, dengan frekuensi operasi 3–4 siklus per hari, sehingga total kapasitas pembakaran mencapai 30–40 kg per hari, sesuai dengan jumlah sampah residual yang dihasilkan RT.

Karakteristik sampah yang menjadi sasaran pembakaran adalah sampah dengan kadar air rendah (<20%), ukuran potongan relatif kecil (≤ 10 cm), dan nilai kalor rendah–menengah. Waktu pembakaran efektif direncanakan selama 20–30 menit per siklus, dengan tambahan waktu pendinginan awal sekitar 10 menit, sehingga total waktu operasi per siklus sekitar ± 40 menit. Suhu ruang bakar ditargetkan berada pada kisaran 600–800°C, yang dinilai cukup untuk menghasilkan pembakaran lebih sempurna dan mengurangi pembentukan asap berlebih tanpa memerlukan bahan bakar tambahan.

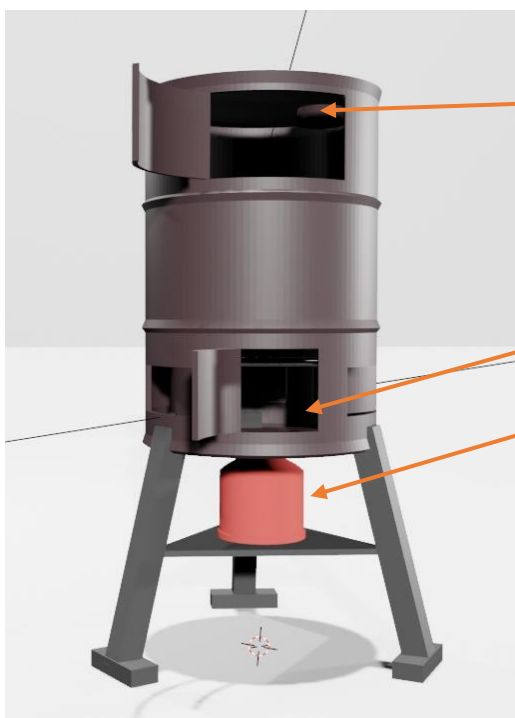
Ruang bakar dirancang berbentuk silinder vertikal dengan volume efektif sekitar 0,18 m³, yang diperoleh dari perhitungan volume sampah (10 kg dengan massa jenis ± 100 kg/m³) ditambah ruang bebas untuk aliran udara. Dimensi ruang bakar ditetapkan dengan diameter dalam ± 50 cm dan tinggi ± 90 cm. Secara keseluruhan, alat memiliki tinggi total sekitar 150 cm, diameter ± 60 cm, serta dilengkapi cerobong setinggi ± 120 cm dengan diameter 10–12 cm untuk meningkatkan tarikan udara alami (*natural draft*).

Dari sisi konstruksi, ruang bakar dibuat menggunakan plat baja karbon tebal ± 3 mm, serta rangka kokoh menggunakan besi siku, sedangkan sistem pengendalian asap dilakukan melalui lubang udara primer di bagian bawah, udara sekunder di bagian tengah ruang bakar, dan cerobong vertikal untuk memastikan pembakaran gas sisa lebih optimal.

Residu pembakaran berupa abu diperkirakan sekitar 5–10% dari massa awal, atau sekitar 0,5–1 kg abu per siklus, yang masih dapat dimanfaatkan sebagai bahan urug atau campuran material bangunan sederhana. Dengan desain ini, alat pembakaran minim asap berfungsi sebagai solusi akhir (*residual waste treatment*) yang melengkapi sistem pengolahan sampah berbasis masyarakat, tanpa menggantikan upaya utama berupa pemilahan, pengolahan sampah organik, dan penerapan prinsip 3R dengan estimasi komponen utama sebagai berikut:



- Cerobong Asap Pipa besi Ø 1,5 inch, tinggi ± 10 cm



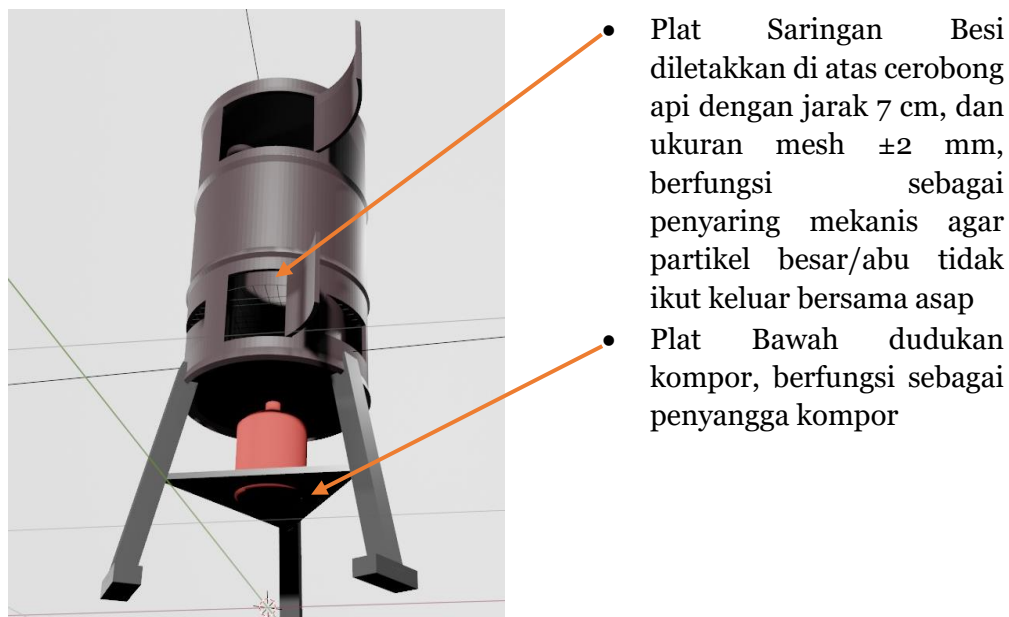
- Pintu Atas Pintu berbahan plat besi dengan engsel dan slot, ukuran ± 10×15 cm, yang digunakan untuk memasukkan sampah secara bertahap
- Pintu bawah untuk keluaran residu
- Kompor (Tabung Freon) Berfungsi untuk alat pembakaran sampah



- Ruang Bakar (Drum Utama), Berfungsi sebagai tempat utama pembakaran sampah. Dibuat dari drum besi 50 liter yang tahan panas, dengan tinggi ± 62 cm dan diameter ± 36 cm.
- Besi Penyangga 3 kaki penyangga dari besi siku (tinggi ± 50 cm), berfungsi menjaga stabilitas alat



- Sistem Ventilasi Udara 6 lubang, 6x6 cm di bagian bawah sisi drum untuk sirkulasi udara tambahan



Gambar 4. Rancangan Desain Alat Pembakaran Sampah Minim Asap

Tahap pembuatan alat dilakukan secara gotong royong dengan melibatkan warga setempat. Tim KKN berperan sebagai fasilitator teknis, sementara warga terlibat langsung dalam proses perakitan, pengelasan, dan pemasangan komponen alat. Keterlibatan masyarakat dalam proses ini bertujuan untuk meningkatkan rasa memiliki serta pemahaman terhadap fungsi dan cara kerja alat. Material yang digunakan sebagian besar merupakan bahan lokal, seperti drum besi bekas, pipa besi, dan plat logam, sehingga mudah diperoleh dan direplikasi.

Konsep desain mengikuti prinsip *controlled combustion*, yaitu pembakaran dengan suplai udara terkontrol untuk menurunkan emisi asap, sebagaimana direkomendasikan dalam penelitian (Sarwono, 2020) yang menyatakan bahwa desain pembakaran tertutup mampu menurunkan kadar asap hingga 40–60%.

5. Sosialisai dan Edukasi Kepada Masyarakat

Tahap berikutnya adalah sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat. Kegiatan ini dilakukan melalui demonstrasi langsung penggunaan alat serta penyampaian materi singkat mengenai pentingnya pemilahan sampah kering dan basah. Warga diberikan pemahaman bahwa alat ini hanya diperuntukkan bagi sampah kering, sehingga diperlukan perubahan perilaku dalam pengolahan sampah rumah tangga sehari-hari. Sosialisasi ini mendapat respons positif dari warga, yang ditunjukkan dengan meningkatnya partisipasi dalam penggunaan alat.



Gambar 5. Sosialisasi Sekaligus Edukasi Kepada Masyarakat Setempat

6. Uji Coba Alat dan Penyerahan Alat

Tahap akhir pelaksanaan program ditandai dengan kegiatan uji coba alat pembakaran sampah minim asap bersama warga setempat dan penyerahan alat pembakaran sampah minim asap kepada masyarakat secara simbolis melalui perwakilan Ketua RT dan Karang Taruna. Penyerahan ini disertai dengan penjelasan mengenai prosedur penggunaan dan perawatan alat agar dapat digunakan secara berkelanjutan. Dengan demikian, program pengabdian ini diharapkan tidak hanya memberikan solusi jangka pendek, tetapi juga mendorong kemandirian masyarakat dalam pengelahan sampah rumah tangga.



Gambar 6. Ujicoba dan Penyerahan Alat Kepada Masyarakat Setempat

Monitoring dan evaluasi dilakukan secara berkala selama masa pelaksanaan KKN. Monitoring dilakukan melalui observasi langsung dan diskusi informal dengan warga pengguna alat. Evaluasi difokuskan pada tingkat pemanfaatan alat, perubahan kebiasaan warga, serta dampak terhadap pengurangan penumpukan sampah. Berdasarkan hasil evaluasi, diketahui bahwa penggunaan alat pembakaran minim asap mampu mengurangi volume sampah kering yang menumpuk dan meningkatkan kesadaran warga terhadap kebersihan lingkungan. Berikut ini tabel rangkuman terpadu yang menyatukan seluruh hasil uji coba alat pembakaran (kapasitas, waktu, bahan bantu, dan kinerja) dapat dilihat pada Tabel 1. dibawah ini:

Tabel 1. Rangkuman Hasil Uji Coba Alat Pembakaran Sampah Minim Asap

Aspek	Parameter	Hasil Uji Coba
Lokasi & Skala	Jumlah rumah	90 rumah
	Jumlah KK	130 KK
Waktu Uji	Tanggal uji coba I	2 Agustus 2025
	Tanggal uji coba II	3 Agustus 2025
Jenis Sampah	Jenis	Sampah rumah tangga campuran (basah + kering)
	Perbandingan basah : kering	3 : 10
Kapasitas Pembakaran	Berat sampah uji I	±30 kg
	Berat sampah uji II	±50 kg
	Kapasitas aktual alat	30–50 kg per siklus
	Laju pembakaran	±15–25 kg/jam
Waktu Proses	Pemanasan awal hingga stabil	±20–25 menit
	Waktu pembakaran total	±2 jam
Sistem Air	Air mulai masuk	±3,5 menit
	Air kontinu	±5,5 menit
	Air mencapai titik didih	±5 menit
	Interval penambahan air	Setiap ±2 menit
	Total air digunakan	±5 liter
Sistem Oli	Volume oli awal	1,5 liter
	Waktu oli mendidih awal	±12 menit
	Penambahan oli	Menit ke-53 (1 liter)
	Waktu oli mendidih ulang	±2 menit
	Total oli digunakan	±2,5 liter
Kinerja Alat	Kondisi pembakaran	Stabil setelah pemanasan awal
	Ketahanan alat	Mampu menahan beban hingga 50 kg
	Catatan operasional	Performa lebih baik pada sampah kering dominan
Kesimpulan Uji	Fungsi alat	Berfungsi baik sebagai pengolah sampah residu skala RT
	Kelayakan	Layak diterapkan dengan operasi terbatas & terkontrol

Berdasarkan hasil uji coba, alat pembakaran sampah minim asap mampu membakar sampah rumah tangga campuran sebanyak 30–50 kg per siklus dengan waktu pembakaran sekitar ±2 jam. Proses pembakaran stabil dicapai setelah pemanasan awal ±20–25 menit, dengan konsumsi oli ±2,5 liter dan air ±5 liter per siklus. Alat menunjukkan ketahanan struktural yang baik dan layak digunakan sebagai solusi pengolahan sampah residu pada skala RT.

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan di Kampung Cijengkol, Desa Wangunsari, berfokus pada penanganan penumpukan sampah kering melalui penerapan alat pembakaran minim asap berbasis teknologi tepat guna. Pelaksanaan program meliputi tahap perancangan alat, uji coba, sosialisasi, serta evaluasi pemanfaatan oleh warga.

1. Hasil Survei Kondisi Sampah Kering

Survei awal menunjukkan bahwa rata-rata sampah kering yang dihasilkan skala rumah tangga di kampung Cijengkol, Desa Wangunsari, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat, wilayah RT ini terdiri dari 90 rumah dengan 130 kepala keluarga (KK) dengan proporsi sampah diperkirakan mencapai $\pm 20-25\%$, atau sekitar $0,30-0,40$ kg/orang/hari dengan total timbulan sampah harian sekitar ± 150 kg per hari. Komposisi dominan meliputi plastik, kertas, dan daun kering. Penumpukan terjadi karena keterlambatan pengangkutan sampah oleh DLHK, yang hanya datang sekali setiap 7-10 hari. Kondisi ini sejalan dengan temuan penelitian bahwa desa dengan frekuensi pengangkutan rendah cenderung mengalami akumulasi sampah rumah tangga (Hakim & Yusriani, 2018).

Selain itu, 68% responden yang terdiri 89 orang perwakilan dari 130 KK mengaku pernah melakukan pembakaran terbuka, namun mengeluhkan asap tebal dan gangguan kesehatan seperti iritasi mata dan bau tidak sedap.

2. Uji Coba dan Hasil Pengamatan

Uji coba dilakukan menggunakan sampah kering (daun, kertas, plastik densitas rendah). Parameter yang diamati yang dapat dilihat pada Tabel 2. dibawah ini:

Tabel 2. Parameter Pengamatan

Parameter	Pembakaran Terbuka	Alat Pembakaran Minim Asap
Waktu pembakaran 1 kg	14-18 menit	2-4 menit/kg
Asap terlihat	Tinggi	Rendah (tipis, terkendali)
Bau	Menyengat	Minimal
Sisa abu	$\pm 22\%$	$\pm 10-15\%$
Kapasitas pembakaran	$\pm 10-15$ kg/siklus	30-50 kg/siklus
Laju pembakaran	$\pm 3-5$ kg/jam	15-25 kg/jam
Waktu pembakaran total	$\pm 1-1,5$ jam (tidak stabil)	± 2 jam (stabil)
Stabilitas proses	Tidak stabil	Stabil setelah pemanasan awal

Hasil menunjukkan bahwa komponen ruang pemisah abu mampu menghasilkan abu lebih sedikit. Efektivitas pembakaran pada alat pembakaran sampah minim asap sangat dipengaruhi oleh pengaturan temperatur ruang bakar dan kecukupan suplai udara (oksigen). Hasil uji coba menunjukkan bahwa pembakaran menjadi lebih stabil, berlangsung lebih cepat, serta menghasilkan asap dan bau yang minimal ketika kedua parameter tersebut berada pada

kondisi optimum. Berdasarkan karakteristik sampah rumah tangga kering seperti plastik ringan, kertas, dan kain, temperatur ruang bakar yang efektif berada pada kisaran $\pm 600-800$ °C. Rentang suhu ini cukup tinggi untuk menguraikan material organik dan plastik ringan secara lebih sempurna sehingga dapat menekan pembentukan asap pekat dan bau menyengat, tanpa memerlukan sistem pembakaran tambahan seperti burner atau bahan bakar fosil khusus. Temperatur pembakaran dicapai secara bertahap melalui pemanasan awal menggunakan sistem oli panas, kemudian dijaga melalui pembakaran berkelanjutan dengan suplai udara yang stabil. Alat ini tidak dilengkapi dengan sensor suhu digital, sehingga pengendalian temperatur dilakukan secara tidak langsung melalui pengamatan kestabilan api, kecepatan pembakaran, serta minimnya asap yang terlihat secara visual.

Sistem suplai udara pada alat pembakaran minim asap menggunakan aliran udara alami (*natural draft*) yang diperkuat oleh cerobong, tanpa menggunakan sistem paksa seperti blower atau kompresor. Udara pembakaran terdiri atas udara primer yang masuk dari bagian bawah ruang bakar sebagai sumber oksigen utama untuk pembakaran bahan padat, serta udara sekunder yang masuk melalui lubang di bagian tengah hingga atas ruang bakar untuk mengoksidasi gas hasil pembakaran (*after-burning*). Keberadaan udara sekunder ini berperan penting dalam mengurangi asap dan bau yang dihasilkan. Oleh karena itu, pengaturan dilakukan oleh operator berdasarkan pengamatan langsung terhadap kondisi api dan asap selama proses pembakaran.

Dari sisi kelengkapan, alat ini tidak dilengkapi dengan kompresor udara, blower, flowmeter, manometer, maupun sistem kontrol otomatis. Seluruh pengendalian dilakukan secara manual dengan mempertimbangkan kondisi lapangan, sehingga alat tetap sederhana, hemat energi, mudah dioperasikan oleh masyarakat, dan tidak bergantung pada pasokan listrik. Secara fungsional, sistem alat terdiri atas ruang bakar utama tempat sampah dimasukkan secara bertahap, lubang udara primer dan sekunder sebagai pengatur suplai oksigen, sistem oli panas untuk membantu pemanasan awal dan menstabilkan suhu, serta cerobong vertikal yang berfungsi meningkatkan tarikan udara ke atas sekaligus mengarahkan gas hasil pembakaran. Kombinasi komponen tersebut membentuk pola aliran udara vertikal (*updraft*) yang mendukung terjadinya pembakaran lebih sempurna.

Dalam pengoperasiannya, sampah kering dimasukkan ke dalam ruang bakar, kemudian sistem oli dipanaskan hingga mendidih dalam waktu sekitar 12 menit untuk mencapai suhu awal pembakaran. Udara primer dibuka sebagian untuk memulai pembakaran, dan setelah api stabil udara sekunder dibuka agar gas sisa dapat terbakar. Selama proses berlangsung, temperatur ruang bakar meningkat hingga berada pada kisaran efektif, sehingga intensitas asap dan bau berkurang secara signifikan dan sisa abu yang dihasilkan hanya sekitar 10–15% dari massa awal sampah. Dengan demikian, pembakaran pada alat ini berjalan efektif pada temperatur sekitar 600–800 °C dengan suplai udara primer dan sekunder yang diatur secara manual, serta didukung oleh sistem aliran udara alami melalui cerobong, sehingga mampu menghasilkan pembakaran yang lebih bersih dan efisien dibandingkan pembakaran terbuka. Secara kualitatif, warga yang mencoba alat menyatakan asapnya jauh lebih sedikit, lebih aman dipakai dekat rumah, tidak berbau menyengat seperti bakar sampah biasa.

3. Hasil Sosialisasi dan Dampak terhadap Warga

Sosialisasi dan dilakukan melalui demonstrasi langsung dan pelatihan pemilahan sampah. Banyak dari warga masyarakat mencoba alat selama masa uji pakai. Berdasarkan data awal lokasi kegiatan yang mencakup 90 rumah dengan total 130 kepala keluarga, estimasi timbulan sampah rumah tangga dihitung menggunakan pendekatan konservatif sebesar 0,4 kg per jiwa per hari. Dengan asumsi rata-rata jumlah anggota keluarga sebanyak 3–4 jiwa per KK, maka jumlah penduduk pada skala RT diperkirakan sekitar 450–460 jiwa. Dari jumlah tersebut, total timbulan sampah rumah tangga mencapai sekitar 180 kg per hari. Berdasarkan hasil observasi lapangan, komposisi sampah didominasi oleh sampah kering dengan perbandingan basah dan kering sebesar 3:10, sehingga volume sampah kering diperkirakan mencapai sekitar 140 kg per hari atau hampir 1 ton per minggu.

Dalam kurun waktu tiga minggu sebelum penerapan alat pembakaran minim asap, akumulasi sampah kering yang tidak terkelola diperkirakan mencapai sekitar 2,8–3,0 ton. Sampah tersebut umumnya ditumpuk di pekarangan rumah, dibuang ke lahan terbuka, atau dibakar secara terbuka dengan intensitas asap dan bau yang tinggi. Kondisi ini diperburuk oleh keterbatasan sistem pengangkutan sampah desa yang tidak berjalan secara rutin serta minimnya fasilitas penampungan sementara di tingkat RT.

Setelah dilakukan intervensi melalui pengoperasian alat pembakaran minim asap, sebagian sampah kering residu dapat dikelola secara langsung di tingkat sumber. Alat dioperasikan secara bertahap dengan kapasitas pembakaran 30–50 kg per siklus, disesuaikan dengan ketersediaan sampah kering dan kesiapan operator. Selain penggunaan alat, masyarakat juga mulai melakukan pemilahan sederhana serta pengurangan pembakaran terbuka, sehingga jumlah sampah kering yang sebelumnya menumpuk dapat dikurangi secara bertahap selama periode tiga minggu pelaksanaan kegiatan.

Berdasarkan estimasi timbulan sampah kering sebesar $\pm 2,9$ ton selama 3 minggu pada skala RT, kegiatan pembakaran residu kering menggunakan alat minim asap dengan kapasitas 30–50 kg per siklus, disertai pemilahan dan pengurangan pembakaran terbuka, mampu mengurangi penumpukan sampah kering sekitar $\pm 35\%$ dari kondisi awal. Penurunan ini tidak hanya dipengaruhi oleh kapasitas alat pembakaran, tetapi juga oleh perubahan perilaku masyarakat dalam memilah dan mengelola sampah dari sumbernya. Oleh karena itu, klaim penurunan penumpukan sampah kering sebesar sekitar 35% dalam waktu tiga minggu sangat logis berdasarkan estimasi timbulan awal, kapasitas pengolahan alat, serta dukungan aktivitas pengolahan sampah lainnya yang berjalan secara paralel.

Dampak terukur:

- Penurunan penumpukan sampah kering sebesar $\pm 35\%$ dalam 3 minggu
- Berkurangnya praktik pembakaran terbuka
- Meningkatnya partisipasi warga dalam pemilahan sampah

Hal ini sejalan dengan penelitian (Oktaviani, 2017) yang menyimpulkan bahwa edukasi disertai penyediaan alat pengolahan sampah meningkatkan perilaku lingkungan masyarakat hingga 30-50%.

4. Pembahasan

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa alat pembakaran minim asap efektif menjadi solusi jangka pendek untuk mengurangi penumpukan sampah kering karena mampu mengurangi

penumpukan sampah kering yang sudah terlanjur menumpuk akibat keterbatasan sistem pengangkutan dan belum tersedianya fasilitas pengolahan sampah yang memadai di tingkat RT. Alat ini membantu menangani sampah residu secara cepat, menekan pembakaran terbuka yang tidak terkendali, serta mengurangi asap dan bau dalam kondisi darurat. Namun, alat pembakaran tidak menyelesaikan permasalahan dari sumbernya karena memiliki kapasitas terbatas, memerlukan pengawasan operasional, dan tetap menghasilkan emisi serta abu meskipun dalam jumlah lebih kecil. Oleh karena itu, penggunaan alat pembakaran tidak dapat dijadikan solusi utama dalam jangka panjang. Pengolahan sampah yang berkelanjutan seharusnya diarahkan pada pemilahan sampah dari sumber, pengolahan sampah organik, penerapan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*), penguatan kelembagaan dan infrastruktur seperti TPS dan sistem pengangkutan yang konsisten, serta peningkatan partisipasi dan kesadaran masyarakat. Dalam kerangka tersebut, alat pembakaran minim asap berperan sebagai solusi pendukung untuk mengolah sampah residu yang tidak dapat didaur ulang, bukan sebagai solusi utama pengolahan sampah jangka panjang. Selain aspek teknis, keberhasilan program sangat ditentukan oleh keterlibatan warga sejak proses perencanaan. Pendekatan partisipatif terbukti meningkatkan penerimaan teknologi dan keberlanjutan penggunaan (Yusuf & Kurniawan, 2020).

Meskipun kegiatan pengabdian menunjukkan hasil yang positif, beberapa kendala tetap dihadapi selama pelaksanaan dan berpotensi memengaruhi keberlanjutan penggunaan alat. Selain perlunya adaptasi operator dan pengaruh kadar air sampah terhadap stabilitas pembakaran, kualitas sampah yang tidak seragam serta kendala utama yang dihadapi adalah keterbatasan bahan baku alat, khususnya pada bagian cerobong. Keterbatasan ini terjadi karena perancangan dan pembuatan alat dilakukan dengan biaya mandiri oleh tim, sehingga spesifikasi cerobong belum sepenuhnya optimal dari segi spesifikasi tinggi material. Kondisi tersebut memengaruhi kekuatan draft udara dan berpotensi menurunkan efisiensi pembakaran. Oleh karena itu, penyempurnaan desain cerobong dan dukungan pendanaan menjadi faktor penting untuk meningkatkan kinerja dan keberlanjutan pemanfaatan alat di masa mendatang sehingga dapat memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas lingkungan desa sekaligus memperkuat kapasitas masyarakat dalam mengelola sampah secara mandiri.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat di Kampung Cijengkol, Desa Wangunsari menunjukkan bahwa alat pembakaran sampah minim asap efektif sebagai solusi jangka pendek untuk mengurangi penumpukan sampah kering di tingkat RT. Berdasarkan hasil uji coba, alat mampu mengolah sampah residu dengan kapasitas 30–50 kg per siklus dan laju pembakaran sekitar 15–25 kg/jam, serta menghasilkan asap dan bau yang lebih rendah dibandingkan pembakaran terbuka. Selama periode pelaksanaan ±3 minggu, penerapan alat yang disertai pemilahan sederhana mampu menurunkan akumulasi sampah kering hingga sekitar 35% dari kondisi awal.

Meskipun demikian, secara prinsip pengolahan sampah yang berkelanjutan tidak bertumpu pada pembakaran, melainkan pada pengolahan dari hulu ke hilir melalui pemilahan dari sumber dan pengolahan sesuai karakteristik sampah. Pembakaran sampah, termasuk dengan

mini incinerator, tetap berpotensi menimbulkan polusi udara dan residu abu, meskipun dalam intensitas yang lebih rendah. Oleh karena itu, penggunaan alat pembakaran minim asap sebaiknya diposisikan sebagai solusi sementara dan terbatas untuk mengelola sampah residu yang tidak dapat didaur ulang.

Dengan demikian, pengolahan sampah jangka panjang di tingkat RT perlu diarahkan pada penerapan pemilahan dari sumber, pengolahan sampah organik, penerapan prinsip 3R, serta penguatan partisipasi dan kelembagaan masyarakat. Integrasi antara solusi teknis jangka pendek dan pendekatan pengolahan yang berkelanjutan menjadi kunci dalam mengatasi permasalahan sampah secara efektif dan ramah lingkungan.

Saran

Untuk keberlanjutan program pengolahan sampah mandiri di Desa Wangunsari, disarankan agar kegiatan ini dilanjutkan melalui pengembangan kapasitas masyarakat dalam bentuk pelatihan rutin mengenai pemilahan sampah, perawatan kompor pembakaran minim asap, serta teknik pembakaran aman dan efisien. Aparatur desa dan kader lingkungan perlu dilibatkan sebagai pengelola utama agar proses pendampingan berkelanjutan dapat berjalan secara mandiri. Selain itu, diperlukan pengembangan desain kompor yang lebih ergonomis dan tahan lama, serta evaluasi periodik untuk menilai efektivitasnya dalam mengurangi timbunan sampah. Rekomendasi jangka panjang mencakup integrasi program ini ke dalam kebijakan desa, kolaborasi dengan DLHK untuk sinkronisasi pengangkutan sampah, serta eksplorasi teknologi tambahan seperti komposter atau bank sampah agar sistem pengolahan sampah desa menjadi lebih komprehensif dan berkelanjutan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya.
2. Ibu Lia Muliati, S.T.,M.T. selaku dekan Universitas Insan Cendekia Mandiri yang telah memberikan kesempatan dan arahan dalam pelaksanaan KKN.
3. Ibu Filly Pravitasari, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing lapangan.
4. Pemerintah Desa Wangunsari Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat, khususnya Bapak H Diki Rohani S.Pt. selaku Kepala Desa, Bapak Aep Heri selaku Sekretaris Desa Wangunsari, Bapak Rohimat selaku ketua RT setempat, serta Ketua Karang Taruna yang telah memberikan izin, dukungan, dan bimbingan selama kegiatan berlangsung.
5. Seluruh masyarakat Desa Wangunsari yang turut serta membantu dan ikut berpartisipasi dalam kegiatan kami.
6. Rekan-rekan tim KKN yang telah bekerja sama dengan baik dalam mewujudkan program ini.

Daftar Pustaka

Afiatun, E. (2024). A Case Study of RW 06, Pasirluyu, Bandung, Indonesia. *Temali (Journal Unpas)*. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/temali/article/view/18449>

- Febrianti, D., Nurhadi, N., & Lestari, P. (2020). Analisis sistem pengelolaan sampah di kawasan pedesaan berbasis partisipasi masyarakat. *Jurnal Lingkungan*, 14(2), 55–64.
- Hakim, R., & Yusriani, E. (2018). Analisis pengelolaan sampah rumah tangga di wilayah pedesaan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(2), 45–54.
- KLHK. (2021). *Statistik Pengelolaan Sampah Nasional 2021*. <https://sipsn.kemenvh.go.id/sipsn/>
- Masjhoer, J. M., Syafrudin, S., & Maryono, M. (2023). Household and household-related waste generation and characteristics in rural areas: A case study in Tanjungsari Sub-district. *Sustinere: Journal of Environment and Sustainability*, 6(3), 174–184. <https://doi.org/10.22515/SUSTINEREJES.V6I3.246>
- Missouri, R., Annafi, N., Lukman, L., Khairunnas, K., Mutmainah, S., Fathir, F., & Alamin, Z. (2023). PENINGKATAN KESADARAN DAN PARTISIPASI MASYARAKAT MELALUI PELATIHAN PENGELOLAAN SAMPAH. *Taroa: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 91–101. <https://doi.org/10.52266/TAROA.V2I2.2617>
- Oktaviani, N. (2017). Dampak edukasi lingkungan terhadap perilaku pengelolaan sampah masyarakat. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 99–107.
- Putri, A., & Gunawan, H. (2022). Tingkat literasi lingkungan masyarakat desa dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Jawa Barat. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 22–30.
- Rachman, I., Soesanto, Q. M. B., Khair, H., & Matsumoto, T. (2020). Participation of Leaders and Community in Solid Waste Management in Indonesia. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*. <http://dx.doi.org/10.23969/jcbeem.v4i2.3348>
- Sari, N., & Abdullah, R. (2021). Efektivitas teknologi pembakaran minim asap terhadap pengurangan volume sampah kering di pedesaan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(3), 145–156.
- Sarwono, W. (2020). Efektivitas pembakaran tertutup terhadap penurunan emisi asap pembakaran sampah. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(1), 33–41.
- Setiawan, A., & Dewi, M. (2019). Pengaruh suplai udara pada proses pembakaran sampah terhadap kualitas emisi. *Jurnal Energi Dan Lingkungan*, 7(3), 122–130.
- Yuliana, A., Ramdhan, D., & Hidayat, S. (2021). Pengaruh penumpukan sampah terhadap kesehatan lingkungan pada permukiman padat. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(2), 88–97.
- Yusuf, M., & Kurniawan, H. (2020). Pendekatan partisipatif dalam penerapan teknologi tepat guna di masyarakat pedesaan. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 5(1), 11–20.