

DESAIN DAN INISIASI IMPLEMENTASI ROCKET STOVE SEBAGAI TEKNOLOGI TEPAT GUNA PEMBAKARAN SAMPAH BERBASIS KOMUNITAS DI DESA PLOSOWANGI

Silky Amrani Syah Mayana¹, Henricus Jovan Setyanto¹, Kevin Maulana Ibrahim¹, Wibisana Rafi Zulkarnain², Avrilia Rahmayani Nur Anisa¹, Tania Anggraini³, Syifa Laily Maulidiya², Muhammad Raihan Ramadhan¹, Adinda Febriyanti²

¹Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

³Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

Email: silkyamranism@gmail.com

Abstrak

Permasalahan pembakaran sampah terbuka masih dijumpai di wilayah pedesaan dan berpotensi menurunkan kualitas lingkungan serta membahayakan kesehatan masyarakat. Desa Plosowangi, Kecamatan Cawas, Kabupaten Klaten, telah memiliki bank sampah, tetapi masih memerlukan penguatan penanganan residu yang belum terkelola. Kegiatan pengabdian ini bertujuan menyusun desain awal rocket stove dan menginisiasi tata kelola operasional berbasis komunitas sebagai alternatif pembakaran yang lebih terkontrol dibandingkan pembakaran terbuka. Metode meliputi survei dan studi lapangan di Kecamatan Tawangmangu pada 22 Januari 2026, perancangan desain, serta sosialisasi dan edukasi pada 30 Januari 2026 kepada perangkat desa, calon pengelola, dan lima perwakilan masyarakat. Kegiatan juga mencakup pemetaan persebaran sampah, penentuan lokasi alat, penyusunan struktur tim, dan jadwal operasional. Evaluasi aspek edukasi bersifat deskriptif berdasarkan partisipasi dan tanggapan peserta selama diskusi; tidak dilakukan pre-test dan post-test. Kegiatan menghasilkan desain konseptual rocket stove, peta persebaran sampah, rekomendasi lokasi, dan kerangka pengelolaan berbasis komunitas. Peserta menunjukkan keterlibatan aktif selama diskusi, tetapi peningkatan pengetahuan belum diukur secara kuantitatif. Karena konstruksi fisik belum selesai dan kinerja termal maupun emisi belum diuji, tingkat keamanan dan penurunan emisi alat belum dapat disimpulkan. Program ini menjadi langkah awal untuk membangun pengelolaan sampah desa yang lebih terstruktur dan berbasis partisipasi masyarakat.

Kata kunci: rocket stove, pengelolaan sampah, pembakaran terkontrol, teknologi tepat guna.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan sampah masih menjadi tantangan dalam pengelolaan lingkungan, khususnya di wilayah pedesaan yang belum memiliki sistem pengelolaan sampah terpadu. Salah satu praktik yang masih dijumpai adalah pembuangan ke lahan terbuka dan pembakaran langsung (*open burning*). Pembakaran sampah terbuka berpotensi menimbulkan pencemaran udara, gangguan pernapasan, dan pelepasan senyawa berbahaya dari proses pembakaran tidak sempurna (Ramadan et al., 2023; Jakhar et al., 2023; Shen et al., 2021; Singh et al., 2023).

Pengelolaan sampah yang kurang baik juga berkaitan dengan risiko penyakit berbasis lingkungan. Di Desa Plosowangi, Kecamatan Cawas, Kabupaten Klaten, chikungunya dan demam berdarah dengue (DBD) menjadi salah satu perhatian masyarakat dan pemerintah desa. Wadah bekas, botol, kaleng, dan sampah lain yang dapat menampung air berpotensi menjadi tempat perindukan nyamuk *Aedes aegypti* apabila tidak dikelola dengan baik (Padonou et al., 2025). Dengan demikian, pengelolaan sampah yang lebih tertib dapat mendukung upaya pengurangan habitat perindukan nyamuk di tingkat komunitas.

Desa Plosowangi telah memiliki inisiatif pengelolaan sampah melalui bank sampah yang berfokus pada pengumpulan dan pemilahan sampah anorganik, terutama botol plastik. Keberadaan bank sampah menunjukkan adanya kesadaran awal terhadap pengelolaan sampah berbasis nilai ekonomi dan keberlanjutan lingkungan. Namun, penanganan residu campuran dan sampah yang sulit didaur ulang masih terbatas dan pada praktiknya sebagian masih dibakar oleh warga di pekarangan rumah.

Pembakaran sampah secara terbuka sering dipilih karena dianggap praktis, murah, dan cepat, tetapi praktik tersebut berpotensi menimbulkan pencemaran udara, gangguan kesehatan pernapasan, dan risiko kebakaran (Pathak et al., 2024; Jayarathne et al., 2018). Pembakaran tanpa pengendalian proses juga tidak menyediakan kontrol yang memadai terhadap suhu dan emisi yang dihasilkan.

Salah satu teknologi yang dipertimbangkan dalam kegiatan ini adalah *rocket stove* yang dimodifikasi sebagai sarana pembakaran yang lebih terkontrol. Literatur yang digunakan dalam perancangan menunjukkan bahwa prinsip *rocket stove* dapat meningkatkan kualitas pembakaran pada bahan bakar biomassa (Barbour et al., 2021; Mekonnen, 2022). Namun, bukti tersebut tidak dapat langsung digunakan untuk menyatakan

pembakaran sampah plastik atau sampah campuran aman maupun rendah emisi. Oleh karena itu, dalam kegiatan ini *rocket stove* diposisikan sebagai desain awal untuk penanganan residu setelah proses pemilahan, sedangkan penggunaan kembali dan daur ulang tetap diprioritaskan. Kelayakan jenis umpan, kinerja termal, dan emisi perlu diverifikasi sebelum alat dioperasikan secara rutin.

Berdasarkan kondisi tersebut, melalui program Kuliah Kerja Nyata Tematik (KKN-T) Universitas Diponegoro dilakukan perancangan dan inisiasi implementasi *rocket stove* di Desa Plosowangi. Kegiatan bertujuan menyusun rancangan teknis awal, memperkuat sistem pengelolaan sampah yang telah ada, meningkatkan kesadaran mengenai risiko pembakaran terbuka, serta membangun kerangka pengelolaan alat berbasis komunitas melalui pemetaan lokasi, penyusunan struktur pengelola, dan jadwal operasional.

2. METODE PENGABDIAN

Kegiatan pengabdian masyarakat dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif dan berbasis kebutuhan lokal (*community-based participatory approach*) yang mengombinasikan studi lapangan, perancangan teknologi tepat guna, edukasi, serta kolaborasi dengan pemerintah desa dan calon pengelola alat. Pendekatan ini digunakan untuk mengarahkan desain *rocket stove* agar sesuai dengan kebutuhan lokal dan dapat dipahami oleh pihak yang akan melanjutkan pengelolaannya (Pangestu et al., 2018; Singh et al., 2023). Pelaksanaan terdiri atas tiga tahap utama, yaitu studi lapangan, perancangan dan sosialisasi, serta konstruksi awal *rocket stove*.

Tahap pertama berupa studi lapangan dan observasi teknis melalui kunjungan ke salah satu lokasi pembakaran sampah di Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar, pada Kamis, 22 Januari 2026. Observasi difokuskan pada konstruksi alat, mekanisme aliran udara, konfigurasi ruang bakar, tinggi cerobong, dan karakteristik asap secara visual. Kunjungan dilaksanakan bersama Kepala Desa Plosowangi agar pemerintah desa terlibat sejak tahap awal perencanaan. Temuan lapangan digunakan sebagai referensi awal perancangan. Pada kegiatan yang dilaporkan, observasi bersifat deskriptif dan tidak mencakup pengukuran suhu pembakaran maupun emisi gas/partikulat.

Tahap kedua berupa perancangan desain dan sosialisasi yang dilaksanakan pada Jumat, 30 Januari 2026 di Balai Desa Plosowangi. Tim mahasiswa mempresentasikan rancangan awal kepada perangkat desa, penanggung jawab alat, dan perwakilan masyarakat. Materi meliputi dampak pembakaran sampah terbuka terhadap lingkungan dan kesehatan pernapasan, manajemen sampah plastik yang terintegrasi dengan bank sampah, prinsip kerja dan spesifikasi *rocket stove*, perawatan alat, serta Standar Operasional Prosedur (SOP) Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Materi pengelolaan sampah menempatkan pemilahan dan daur ulang sebagai prioritas sebelum opsi pembakaran residu.

Pada tahap yang sama dilakukan pemetaan persebaran titik timbunan sampah dan pembahasan lokasi peletakan *rocket stove* dengan mempertimbangkan aksesibilitas, jarak dari permukiman, keamanan, dan potensi gangguan lingkungan. Bersama perangkat desa juga disusun struktur tim pengelola dan jadwal operasional sebagai dasar keberlanjutan pengelolaan berbasis komunitas.

Tahap ketiga berupa konstruksi awal *rocket stove* secara kolaboratif antara tim mahasiswa KKN-T dan pihak Desa Plosowangi, termasuk penanggung jawab alat yang telah ditunjuk. Perancangan mempertimbangkan kebutuhan lokal, karakteristik residu rumah tangga yang belum tertangani setelah pemilahan, dan kapasitas operasional yang realistis. Jenis sampah yang dapat diproses tetap perlu ditetapkan secara lebih spesifik karena tidak semua fraksi sampah, terutama bahan berbahaya dan plastik tertentu, layak dibakar dalam sistem sederhana.

Perancangan bagian dalam ruang bakar berfokus pada jalur aliran udara, dimensi ruang pembakaran, dan posisi cerobong untuk mendukung proses pembakaran yang lebih terkontrol. Prinsip peningkatan kualitas pembakaran pada *improved cookstove* digunakan sebagai referensi konseptual (Mekonnen, 2022), tetapi bukan sebagai bukti langsung kinerja pembakaran sampah. Efisiensi pembakaran dan penurunan emisi belum dapat dinyatakan sebelum dilakukan pengujian pada alat yang telah selesai.

Konstruksi awal *rocket stove* telah dimulai di lokasi yang ditentukan. Namun, pada akhir periode KKN pembangunan masih dalam tahap penyelesaian dan alat belum dapat dioperasikan secara penuh. Penyelesaian konstruksi kemudian dilanjutkan oleh pihak desa dengan dukungan gambar desain, panduan tertulis, dan rekomendasi teknis yang disusun tim mahasiswa.

Selama proses pembangunan, tim memberikan penjelasan mengenai prinsip kerja alat, potensi risiko keselamatan, dan tata cara penggunaan sesuai SOP K3. Pendekatan ini diarahkan agar masyarakat tidak hanya terlibat dalam pembangunan fisik, tetapi juga memahami aspek operasional dan tanggung jawab pengelolaan alat.

Evaluasi kegiatan dilakukan secara deskriptif berdasarkan keterlaksanaan luaran program serta partisipasi dan tanggapan peserta selama diskusi. Kegiatan tidak menggunakan instrumen pre-test/post-test dan belum mencakup uji kinerja termal maupun emisi karena konstruksi alat belum selesai. Oleh karena itu, hasil pengabdian dibatasi pada luaran desain, pemetaan, tata kelola awal, dan respons partisipatif masyarakat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pelaksanaan Survei dan Studi Lapangan

Kegiatan diawali dengan survei dan studi lapangan ke salah satu lokasi pembakaran sampah di Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar, pada Kamis, 22 Januari 2026. Kunjungan didampingi Kepala Desa Plosowangi dan perangkat desa sehingga pembahasan dapat mempertimbangkan kebutuhan pengelolaan sampah di Desa Plosowangi selain aspek teknis alat.

Melalui kunjungan tersebut, tim memperoleh referensi empiris mengenai model instalasi, mekanisme aliran udara, konfigurasi ruang bakar, dan karakteristik asap secara visual. Informasi tersebut menjadi salah satu dasar untuk menyesuaikan rancangan dengan kondisi lingkungan dan kapasitas operasional yang diperkirakan sesuai bagi desa.

Observasi lapangan memberikan contoh praktik pembakaran dan konfigurasi alat pada lokasi kunjungan. Literatur menunjukkan bahwa pembakaran sampah terbuka memiliki risiko terhadap kualitas udara dan kesehatan (Shen et al., 2021; Kumar et al., 2022). Atas dasar tersebut, rancangan *rocket stove* dipertimbangkan sebagai alternatif pembakaran yang lebih terkontrol; namun efektivitas dan emisinya belum dapat dibandingkan karena alat di Desa Plosowangi belum selesai dan belum diuji.

3.2 Sosialisasi dan Edukasi kepada Masyarakat Desa Plosowangi

Kegiatan sosialisasi dan edukasi dilaksanakan pada Jumat, 30 Januari 2026 di Balai Desa Plosowangi, Kecamatan Cawas, Kabupaten Klaten. Kegiatan melibatkan lima perwakilan masyarakat, perangkat desa, dan penanggung jawab calon pengelola *rocket stove*.

Sosialisasi mencakup sembilan materi utama yang didokumentasikan pada Gambar 1-9. Setiap materi diarahkan untuk menghubungkan aspek lingkungan, kesehatan, teknologi, keselamatan, dan tata kelola pengoperasian alat.



Gambar 1. Dampak pembakaran sampah terbuka

Materi membahas potensi pencemaran lingkungan akibat pembakaran plastik terbuka dan pentingnya pengelolaan sampah yang lebih terkendali.



Gambar 2. Risiko kesehatan pernapasan

Peserta memperoleh penjelasan mengenai risiko paparan asap dan partikulat terhadap saluran pernapasan serta potensi dampaknya bagi masyarakat sekitar.



Gambar 3. Manajemen sampah plastic

Materi menekankan pemilahan, pemanfaatan bank sampah, dan pengurangan pembakaran dengan mengutamakan penggunaan kembali serta daur ulang.



Gambar 4. Model instalasi rocket stove

Rancangan konseptual digunakan untuk menjelaskan prinsip aliran udara dan pembakaran yang lebih terkontrol. Kinerja aktual alat belum dinilai karena konstruksi belum selesai.



Gambar 5. Spesifikasi teknis *rocket stove*

Paparan spesifikasi mencakup ruang bakar, material, posisi cerobong, dan parameter rancangan utama. Efisiensi dan emisi tetap memerlukan verifikasi setelah alat selesai.



Gambar 6. Perawatan *rocket stove*

Peserta memperoleh panduan pembersihan abu dan pemeriksaan rutin sebagai dasar pemeliharaan alat setelah dioperasikan.



Gambar 7. SOP K3 pengoperasian

Materi K3 berfokus pada penggunaan alat pelindung diri, jarak aman dari sumber panas, dan prosedur darurat selama pengoperasian.



Gambar 8. Peta persebaran sampah dan lokasi alat

Peta digunakan untuk membahas persebaran titik timbulan sampah dan usulan lokasi alat berdasarkan aksesibilitas, jarak dari permukiman, keamanan, dan dampak lingkungan.



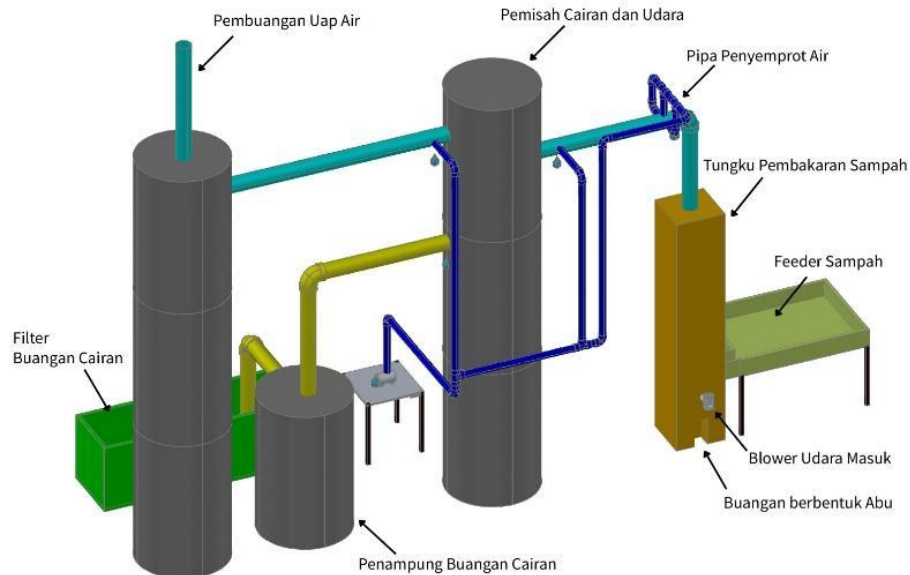
Gambar 9. Struktur tim dan jadwal operasional

Perangkat desa dan tim menyusun pembagian peran pengelola serta jadwal operasional sebagai kerangka awal pengelolaan berbasis komunitas.

Selama kegiatan, peserta aktif berdiskusi terutama mengenai lokasi alat, jadwal operasional, dan mekanisme perawatan. Respons tersebut menunjukkan keterlibatan peserta dalam proses perencanaan, tetapi tidak dapat digunakan sebagai bukti kuantitatif peningkatan pengetahuan karena tidak dilakukan pengukuran *pre-test/post-test*.

3.3 Hasil Perancangan Desain dan Pemetaan Lokasi Rocket Stove

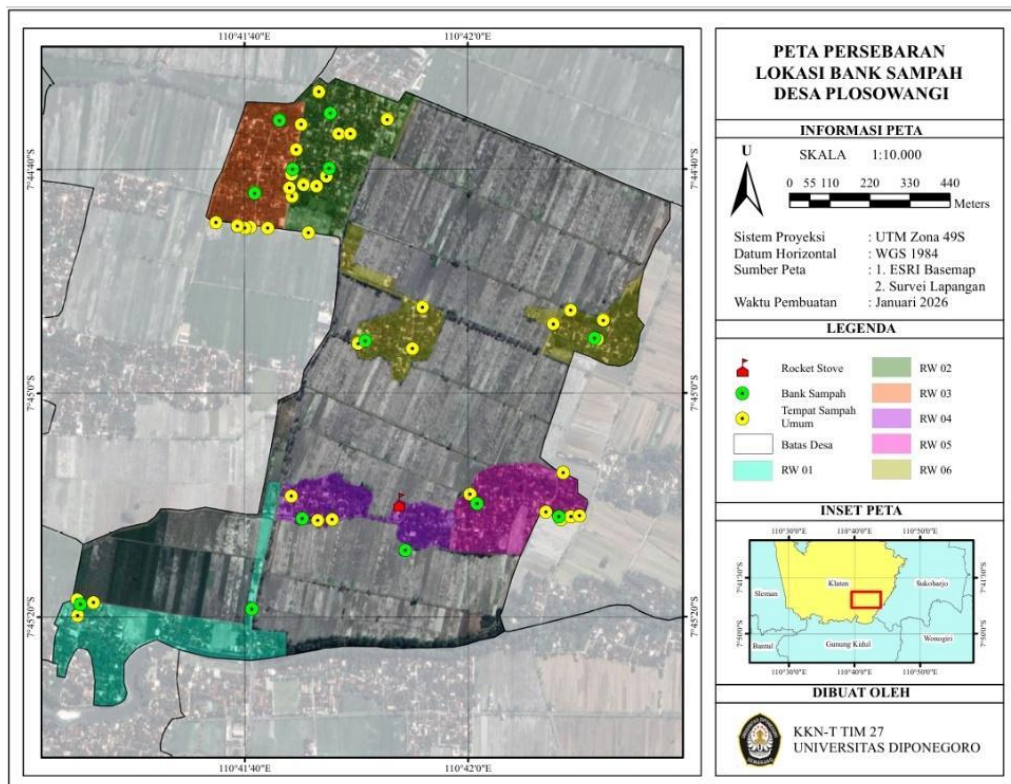
Luaran utama kegiatan berupa desain instalasi *rocket stove* yang disesuaikan dengan kebutuhan awal Desa Plosowangi. Desain mencakup konfigurasi ruang bakar, jalur aliran udara, sistem penyaluran hasil pembakaran, dan posisi cerobong untuk mendukung proses yang lebih terkontrol. Karena konstruksi belum selesai, naskah ini tidak menyatakan efisiensi pembakaran maupun penurunan emisi sebagai hasil yang telah terbukti.



Gambar 10. Desain konseptual *rocket stove*

Visualisasi memperlihatkan susunan komponen utama sistem yang dirancang untuk mengarahkan aliran hasil pembakaran secara lebih terkontrol. Karena alat belum dioperasikan, fungsi setiap tahap belum diverifikasi melalui pengujian kinerja atau emisi.

Tim juga menyusun peta persebaran sampah Desa Plosowangi dan menentukan lokasi prioritas peletakan *rocket stove*. Pembahasan lokasi mempertimbangkan jarak dari permukiman, aksesibilitas, keamanan, dan potensi dampak lingkungan. Peta persebaran sampah dan lokasi yang diusulkan ditampilkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Peta lokasi pengelolaan sampah

Peta menjadi dasar pembahasan lokasi prioritas pengelolaan sampah secara terpusat. Kriteria yang digunakan meliputi aksesibilitas, jarak dari permukiman, dan potensi gangguan lingkungan.

3.4 Implikasi Kegiatan terhadap Pengelolaan Sampah Desa

Secara keseluruhan, kegiatan menghasilkan tiga luaran dan indikasi awal bagi pengelolaan sampah Desa Plosowangi, yaitu:

1. Keterlibatan masyarakat dan perangkat desa dalam diskusi mengenai risiko pembakaran terbuka, pemilahan sampah, dan pengelolaan alat.
2. Tersedianya desain konseptual *rocket stove* yang disusun berdasarkan kebutuhan awal dan referensi hasil studi lapangan.
3. Tersusunnya kerangka pengelolaan melalui peta persebaran sampah, usulan lokasi alat, struktur tim, dan jadwal operasional.

Konstruksi fisik *rocket stove* masih berada pada tahap penyelesaian saat program KKN berakhir. Oleh karena itu, manfaat teknis alat terhadap efisiensi pembakaran, penurunan asap, maupun keamanan emisi belum dapat dinilai. Luaran kegiatan pada tahap ini terutama berupa kesiapan desain, pemetaan, dan tata kelola awal yang dapat ditindaklanjuti oleh pihak desa.

4. SIMPULAN

Kegiatan pengabdian di Desa Plosowangi menghasilkan desain awal *rocket stove*, peta persebaran sampah dan usulan lokasi alat, serta kerangka pengelolaan berupa struktur tim dan jadwal operasional. Survei lapangan di Kecamatan Tawangmangu memberikan referensi teknis awal, sedangkan sosialisasi melibatkan perangkat desa, calon pengelola, dan lima perwakilan masyarakat. Peserta menunjukkan keterlibatan aktif dalam diskusi mengenai pengelolaan sampah, prinsip kerja alat, perawatan, dan K3, tetapi peningkatan pengetahuan belum diukur secara kuantitatif. Karena konstruksi *rocket stove* belum selesai dan belum dilakukan pengujian suhu, efisiensi pembakaran, maupun emisi, efektivitas dan tingkat keamanan alat belum dapat disimpulkan. Dengan demikian, kegiatan ini lebih tepat diposisikan sebagai tahap desain dan inisiasi implementasi teknologi tepat guna berbasis komunitas. Tindak lanjut yang diperlukan meliputi penyelesaian konstruksi, penetapan jenis residu yang diperbolehkan setelah pemilahan, pengujian teknis dan emisi, serta evaluasi pemahaman dan kepatuhan operator sebelum pengoperasian rutin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kelompok 3 KKNT 27 Universitas Diponegoro Tahun 2026 menyampaikan terima kasih kepada Dosen Pembimbing Lapangan, yaitu Bapak Much. Azam, S.Si., M.Si., Bapak Dr. Sunarno, S.Si., M.Si., Bapak Dr. Khabibi, S.Si., M.Si., dan Bapak Adnan Fauzi, S.T., M.Kom., atas bimbingan dan arahan selama pelaksanaan kegiatan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kepala Desa Plosowangi, Bapak Danang Mahendra, atas izin dan dukungan terhadap kegiatan; Bapak Gatot selaku teknisi dalam pembuatan *rocket stove*; perangkat Desa Plosowangi yang berpartisipasi; serta Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Diponegoro atas dukungan terhadap pelaksanaan program.

DAFTAR PUSTAKA

Barbour, M., Udesen, D., Bentson, S., Pundle, A., Tackman, C., Evitt, D., Means, P., Scott, P., Still, D., Kramich, J., Posner, J. D., & Lieberman, D. (2021). Development of wood-burning rocket cookstove with forced air-injection. *Energy for Sustainable Development*, 65, 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2021.08.001>.

Jakhar, R., Samek, L., & Styszko, K. (2023). A comprehensive study of the impact of waste fires on the environment and health. *Sustainability*, 15(19), 14241. <https://doi.org/10.3390/su151914241>.

Jayarathne, T., Stockwell, C. E., Bhave, P. V., Praveen, P. S., Rathnayake, C. M., Islam, M. R., Panday, A. K., Adhikari, S., Maharjan, R., Goetz, J. D., DeCarlo, P. F., Saikawa, E., Yokelson, R. J., & Stone, E. A. (2018). Emissions of fine particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbons from open burning of municipal solid waste. *Environmental Science & Technology*, 52(15), 8769–8778. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b01039>.

Kumar, S., Singh, R. P., & Singh, A. (2022). Open waste burning and its impact on human health and environment: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 12345–12360. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17540-9>

- Mekonnen, B. A. (2022). Thermal efficiency improvement and emission reduction potential by adopting improved biomass cookstoves for sauce-cooking process in rural Ethiopia. *Case Studies in Thermal Engineering*, 38, 102315. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102315>.
- Padonou, G. G., Hoyochi, I., Sovi, A., Konkon, A. K., Zoungbédji, D. M., Salako, A., Adoha, C. J., Fassionou, A., Koukpo, C. Z., Chitou, S., Nwangwu, U., Yadouleton, A., Moussa, L. M., & Akogbéto, M. C. (2025). Diversity of Aedes Mosquito Breeding Sites and the Epidemic Risk of Arboviral Diseases in Benin. *Insects*, 16(12), 1215. <https://doi.org/10.3390/insects16121215>.
- Pangestu, A. B., Wisesa, A., & Putranto, N. A. R. (2018). A Participatory Action Research-Based Community Development Program to Overcome Problem of Access to Fresh Water: Case Study of Malingping Village, West Bandung. *The Asian Journal of Technology Management*, 11(2), 70-78. <http://dx.doi.org/10.12695/ajtm.2018.11.2.1>.
- Pathak, G., Nichter, M., Hardon, A., & Moyer, E. (2024). The open burning of plastic wastes is an urgent global health issue. *Annals of global health*, 90(1), 3. <https://doi.org/10.5334/aogh.4012>.
- Ramadan, B. S., Rosmalina, R. T., Syafrudin, Munawir, Khair, H., Rachman, I., & Matsumoto, T. (2023). Potential risks of open waste burning at the household level: A case study of Semarang, Indonesia. *Aerosol and Air Quality Research*, 23(5), 220412. <https://doi.org/10.4209/aaqr.220412>.
- Shen, G., Xue, M., Yuan, S., Zhang, Y., Zhao, Q., Li, B., Wu, H., & Ding, A. (2021). Chemical compositions and reconstructed light extinction coefficients of particulate matter from waste burning. *Atmospheric Environment*, 244, 117956. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117956>.
- Singh, N., Tang, Y., & Ogunseitan, O. A. (2023). Environmentally sustainable management of plastic waste: Challenges and solutions. *Science of the Total Environment*, 847, 157627. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157627>.