DESAMU: Prosiding Diseminasi KKN Universitas Mulawaran

Artıkel Pengabdian Kepada Masyarakat

https://e-journals2.unmul.ac.id/index.php/pdkum/index

Pilot Implementation of SOLARCOMPOST through KKN 52: A Solar-Powered Aerated Composter for Household Organic Waste in Mekar Sari, Balikpapan

Implementasi Awal SOLARCOMPOST melalui KKN 52: Komposter Aerob Bertenaga Surya untuk Pengelolaan Sampah Organik Rumah Tangga di Mekar Sari, Balikpapan

Syahrudin Rega Prahmana[1*], Amalia Kartika Dewi[2], Meysha Nuraini Hanum[3], Alysha Zada Suprapto[4], Muhamad Rayhan Adira Damanik[5], Kaisar Khoirul Alwan[6], Alya Febriliana Putri[7] , Dina Lusiana Setyowati[5]

1 Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, 75119 Kalimantan Timur, Indonesia.
2 Program Studi S1 Ilmu Hubungan Internasional, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Mulawarman, Samarinda, 75119 Kalimantan Timur, Indonesia.
3 Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, 75119 Kalimantan Timur, Indonesia.
4 Program Studi S1 Ilmu Komunikasi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Mulawarman, Samarinda, 75119 Kalimantan Timur, Indonesia.
5 Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman, Samarinda, 75119 Kalimantan Timur, Indonesia.
6 Program Studi S1 Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Mulawarman, Samarinda, 75119 Kalimantan Timur, Indonesia.
7 Program Studi S1 Hukum, Fakultas Hukum, Universitas Mulawarman, Samarinda, 75119 Kalimantan Timur, Indonesia.
* Alamat Koresponding. E-mail: valentina12kai@gmail.com (V.I.T.); Tel. +62-816-4930-3061

***ABSTRACT**: Household organic waste management remains a practical environmental challenge in Mekar Sari, Balikpapan, where field observation during KKN 52 indicated that organic waste was not yet routinely processed at source. This community service program aimed to introduce and pilot SOLARCOMPOST, a 120-L solar-powered aerated composter, while strengthening community understanding of source-separated organic waste management. Activities comprised local coordination and needs identification, device assembly, staged electrical testing, socialization and demonstration, initial loading of organic material, and handover for continued use in RT 27. The system integrated a solar panel, charge controller, battery, digital timer switch, DC fan, perforated aeration pipe, and composter drum. A 24-hour functional test showed that the electrical circuit and timer-controlled fan operated according to the programmed schedule. Socialization and demonstration on 5 August 2026 at the Mekar Sari Village Office involved 30 participants, including neighborhood representatives. At the end of the KKN observation period, the unit had entered initial use and the composting process was still ongoing; therefore, compost maturity, mass reduction, odor control, and environmental performance were not yet quantified. The program demonstrates the feasibility of assembling and transferring a small-scale solar-assisted aeration system as a community service output, while indicating the need for post-KKN monitoring before claims about composting effectiveness or waste reduction can be made.*

***KEYWORDS:** solar-powered composter; aerobic composting; household organic waste; community service; Mekar Sari.*

ABSTRAK: Pengelolaan sampah organik rumah tangga masih menjadi tantangan praktis di Kelurahan Mekar Sari, Balikpapan. Hasil observasi selama KKN 52 menunjukkan bahwa sampah organik belum diolah secara rutin dari sumbernya. Kegiatan pengabdian ini bertujuan memperkenalkan dan menerapkan awal SOLARCOMPOST, yaitu komposter aerob bertenaga surya berkapasitas 120 L, sekaligus memperkuat pemahaman masyarakat mengenai pengelolaan sampah organik terpilah. Kegiatan meliputi koordinasi dan identifikasi kebutuhan, perakitan alat, pengujian kelistrikan bertahap, sosialisasi dan demonstrasi, pengisian awal bahan organik, serta serah terima alat untuk digunakan di RT 27. Sistem terdiri atas panel surya, solar controller, baterai, digital timer switch, kipas DC, pipa aerasi berlubang, dan drum komposter. Uji fungsi selama 24 jam menunjukkan rangkaian kelistrikan dan kipas yang dikendalikan timer dapat beroperasi sesuai jadwal yang diprogram. Sosialisasi dan demonstrasi pada 5 Agustus 2026 di Kantor Kelurahan

Cara mensitasi artikel ini: Prahmana SR, Dewi AK, Hanum MN, Suprapto AZ, Damanik MRA, Alwan KK, Putri AF, Setyowati DL. Pilot Implementation of SOLARCOMPOST through KKN 52: A Solar-Powered Aerated Composter for Household Organic Waste in Mekar Sari, Balikpapan (Implementasi Awal SOLARCOMPOST melalui KKN 52: Komposter Aerob Bertenaga Surya untuk Pengelolaan Sampah Organik Rumah Tangga di Mekar Sari, Balikpapan). DESAMU Pros Disem KKN UNMUL. 2026; 2: 506-514.

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat,
Universitas Mulawarman
ISSN: 3124-520X

DESAMU Pros Disem KKN UNMUL

Mekar Sari diikuti 30 peserta, termasuk perwakilan ketua RT. Pada akhir periode pengamatan KKN, alat telah memasuki tahap penggunaan awal dan proses pengomposan masih berlangsung sehingga kematangan kompos, pengurangan massa, pengendalian bau, dan kinerja lingkungan belum dapat dinilai secara kuantitatif. Kegiatan ini menunjukkan kelayakan perakitan dan transfer awal teknologi aerasi berbantuan energi surya sebagai luaran KKN, dengan kebutuhan monitoring pascakegiatan sebelum efektivitas pengomposan dan pengurangan sampah dapat disimpulkan.

Kata Kunci: komposter surya; pengomposan aerob; sampah organik; pengabdian masyarakat; Mekar Sari

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah organik di tingkat rumah tangga merupakan salah satu titik penting dalam sistem pengelolaan sampah karena bahan organik bersifat mudah terurai, memiliki kadar air tinggi, dan dapat menimbulkan bau apabila tercampur dengan fraksi sampah lain. Pengomposan terdesentralisasi menawarkan pendekatan yang memungkinkan bahan organik diolah lebih dekat dengan sumber timbulannya sehingga kebutuhan pengangkutan dapat dikurangi dan produk hasil stabilisasi berpotensi dimanfaatkan kembali. Kajian mengenai pengomposan terdesentralisasi menunjukkan bahwa keberhasilan sistem tidak hanya ditentukan oleh desain reaktor, tetapi juga oleh kualitas pemilahan bahan, pengendalian proses, serta konsistensi pengguna dalam melakukan pengelolaan sehari-hari (Sánchez, 2022).

Hasil observasi awal kelompok KKN 52 Universitas Mulawarman di Kelurahan Mekar Sari, Kecamatan Balikpapan Tengah, menunjukkan bahwa pengelolaan sampah anorganik telah didukung oleh kegiatan bank sampah pada beberapa RT, sedangkan pengolahan sampah organik rumah tangga belum berjalan secara optimal. Sampah dapur masih berpotensi tercampur dengan sampah lain dan masuk ke alur pembuangan umum. Kondisi tersebut menjadi dasar pemilihan program yang memadukan edukasi pemilahan dengan penyediaan sarana pengomposan yang dapat dioperasikan pada skala lingkungan. Fokus program ditempatkan di RT 27 dengan dukungan pihak kelurahan dan pengurus setempat agar alat tidak hanya dibuat, tetapi juga memiliki penanggung jawab setelah masa KKN berakhir.

Pada pengomposan aerob, suplai oksigen merupakan komponen proses yang penting karena mikroorganisme pengurai membutuhkan kondisi aerob untuk mendegradasi bahan organik. Penelitian pada limbah biodegradable rumah tangga menunjukkan bahwa aerasi aktif dapat memperpendek waktu pematangan dibandingkan aerasi pasif dan dapat mengurangi gangguan bau serta lalat, tetapi hasil tersebut diperoleh pada reaktor dan kondisi operasi yang terkontrol (Bhave & Kulkarni, 2019). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa laju, pola, dan frekuensi aerasi berpengaruh terhadap suhu, kematangan, kehilangan unsur hara, serta emisi gas, sehingga peningkatan aerasi tidak selalu menghasilkan kinerja yang lebih baik apabila tidak disesuaikan dengan karakteristik bahan dan fase pengomposan (Wang et al., 2021; Zhang et al., 2021; Peng et al., 2023).

Kondisi tersebut mendasari rancangan SOLARCOMPOST sebagai komposter aerob skala kecil yang menggunakan kipas DC untuk memasok udara melalui pipa aerasi. Sumber daya listrik berasal dari panel surya dan disimpan pada baterai, sedangkan waktu kerja kipas diatur menggunakan digital timer switch. Pemanfaatan sumber energi surya dipilih agar sistem aerasi tidak bergantung langsung pada jaringan listrik rumah tangga. Namun, rancangan ini pada tahap KKN masih merupakan penerapan awal: kapasitas aliran udara, kinerja energi, suhu proses, kadar air, rasio C/N, dan indikator kematangan kompos belum diukur secara kuantitatif. Oleh sebab itu, istilah "aerasi otomatis" dalam artikel ini merujuk pada pengoperasian kipas berdasarkan jadwal timer, bukan pada kendali berbasis sensor atau algoritma umpan balik.

Selain aspek teknis, keberlanjutan pengomposan rumah tangga sangat dipengaruhi oleh perilaku pengguna. Tinjauan sistematis mengenai intervensi pemilahan dan pengomposan rumah tangga menunjukkan bahwa program yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna, dilengkapi edukasi, kemudahan fasilitas, dan dukungan sosial memiliki peluang lebih besar untuk dipertahankan dibandingkan intervensi satu arah (Sewak et al., 2021). Studi partisipasi pengomposan rumah tangga juga menekankan pentingnya pengetahuan, ketersediaan sarana, manfaat yang dirasakan, serta dukungan pemerintah lokal dalam menjaga praktik pengomposan (Fernando, 2021). Karena itu, SOLARCOMPOST dirancang bukan hanya sebagai produk teknologi tepat guna, tetapi sebagai media demonstrasi dan pembelajaran dalam program KKN.

Berdasarkan latar belakang tersebut, kegiatan ini bertujuan untuk: (1) merakit dan melakukan uji fungsi awal komposter aerob bertenaga surya SOLARCOMPOST; (2) memberikan sosialisasi dan demonstrasi pengelolaan sampah organik kepada masyarakat Kelurahan Mekar Sari; (3) memulai penerapan alat pada RT 27; dan (4) menyusun dasar monitoring keberlanjutan penggunaan alat setelah KKN. Artikel ini membatasi interpretasi pada proses pelaksanaan dan luaran awal. Dampak berupa percepatan pematangan kompos, penurunan massa sampah, penurunan bau, kualitas kompos, pengurangan emisi, serta perubahan perilaku masyarakat belum dinyatakan sebagai hasil karena belum diukur selama periode kegiatan.

2. METODE DAN PELAKSANAAN KEGIATAN

2.1. Lokasi, Mitra, dan Sasaran Kegiatan

Kegiatan dilaksanakan pada periode KKN 52 Universitas Mulawarman tahun 2026 di Kelurahan Mekar Sari, Kecamatan Balikpapan Tengah, Kota Balikpapan. Koordinasi program dilakukan dengan pihak Kelurahan Mekar Sari dan Ketua RT 27 sebagai lokasi penerapan alat. Sosialisasi dan demonstrasi dilaksanakan pada 5 Agustus 2026 di Kantor Kelurahan Mekar Sari dan diikuti oleh 30 peserta yang terdiri atas masyarakat serta perwakilan ketua RT. Pemilihan RT 27 sebagai lokus penerapan didasarkan pada hasil koordinasi lapangan dan kesiapan pengurus setempat untuk menerima, menggunakan, dan memantau alat setelah serah terima.

2.2. Desain Fungsional SOLARCOMPOST

SOLARCOMPOST dirancang sebagai komposter aerob berbasis drum berkapasitas 120 L dengan sistem aerasi paksa sederhana. Komponen yang digunakan terdiri atas panel surya, solar controller, baterai atau aki sepeda motor, digital timer switch, kipas DC, pipa aerasi berlubang, serta drum komposter. Panel surya berfungsi sebagai sumber energi; controller mengatur aliran pengisian menuju baterai; baterai menyimpan energi; timer menentukan periode hidup dan mati kipas; kipas DC mendorong udara; sedangkan pipa aerasi mendistribusikan udara ke bagian dalam bahan kompos. Spesifikasi daya panel, kapasitas baterai, debit udara kipas, dan konsumsi energi belum dicatat sebagai variabel pengukuran sehingga artikel ini tidak melakukan perhitungan efisiensi energi maupun kebutuhan aerasi spesifik.

Tabel 1. Komponen utama *SOLARCOMPOST* dan fungsi dalam sistem

Komponen	Fungsi dalam Sistem	Catatan Verifikasi pada Kegiatan
Panel surya	Mengubah energi cahaya menjadi energi listrik untuk sistem	Terpasang dan terhubung ke solar controller; daya nominal tidak dicatat sebagai variabel evaluasi
Solar controller	Mengatur aliran pengisian dari panel menuju baterai dan distribusi daya	Rangkaian dapat digunakan saat uji fungsi; parameter kelistrikan tidak direkam secara kuantitatif
Baterai/aki	Menyimpan energi agar kipas dapat bekerja ketika intensitas cahaya berubah	Terhubung pada rangkaian dan mampu mendukung pengoperasian selama uji fungsi
Digital timer switch	Menetapkan interval hidup-mati kipas secara terjadwal	Berhasil mengendalikan kipas sesuai jadwal yang diprogram
Kipas DC	Mendorong udara ke sistem pipa aerasi	Beroperasi selama uji fungsi; debit udara belum diukur
Pipa aerasi berlubang	Mendistribusikan udara ke bagian dalam bahan organik	Dipasang pada drum dan diperkuat setelah ditemukan masalah posisi awal
Drum 120 L	Menjadi wadah proses dekomposisi bahan organik	Digunakan untuk pengisian awal bahan organik setelah demonstrasi

2.3. Tahapan Pelaksanaan

Pelaksanaan terdiri atas enam tahapan. Tahap pertama adalah koordinasi dan identifikasi kebutuhan bersama pihak kelurahan dan RT 27. Tahap kedua adalah penyusunan desain serta pengadaan komponen. Tahap ketiga adalah perakitan sistem kelistrikan dan wadah komposter. Tahap keempat adalah uji fungsi bertahap pada sambungan panel surya-controller-baterai-timer-kipas, dilanjutkan pengujian sistem selama 24 jam untuk memastikan kipas dapat hidup dan mati sesuai jadwal. Tahap kelima adalah sosialisasi dan demonstrasi kepada masyarakat, termasuk penjelasan mengenai pemilahan sampah organik, fungsi setiap komponen, cara memasukkan bahan, dan pentingnya aerasi. Tahap keenam adalah penerapan awal dengan memasukkan bahan organik ke dalam drum serta serah terima alat untuk dikelola di RT 27.

2.4. Evaluasi Kegiatan

Evaluasi dilakukan secara deskriptif pada tingkat proses dan luaran awal. Indikator yang diamati meliputi terselesaikannya perakitan, fungsi rangkaian kelistrikan, kemampuan timer mengendalikan kipas sesuai jadwal, pelaksanaan sosialisasi, jumlah peserta, dimulainya penggunaan alat, dan serah terima pengelolaan. Sesi diskusi dan tanya jawab digunakan untuk mengenali pertanyaan serta kebutuhan pengguna, tetapi tidak diperlakukan sebagai pengukuran perubahan pengetahuan karena tidak digunakan instrumen pre-test dan post-test. Pada tahap penerapan awal, bahan kompos masih berada dalam proses penguraian. Oleh karena itu, tidak dilakukan klaim mengenai kematangan kompos, persentase reduksi massa atau volume, kualitas nutrien, germination index, pengendalian bau, ataupun penurunan emisi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perakitan dan Uji Fungsi Awal SOLARCOMPOST

Pembuatan SOLARCOMPOST diselesaikan dalam tiga hari oleh anggota KKN 52 dengan dukungan Ketua RT 27. Tantangan teknis utama pada tahap perakitan adalah posisi pipa aerasi yang semula belum kokoh dan kesulitan memperoleh panel surya secara lokal. Posisi pipa diperkuat dengan perekat berlapis agar pipa, kipas, dan drum lebih stabil, sedangkan panel surya diperoleh setelah pencarian pemasok alternatif. Penyelesaian kedua kendala tersebut memungkinkan unit dirakit lengkap dan digunakan pada kegiatan demonstrasi.

Tabel 2. Capaian proses dan bukti yang tersedia pada akhir periode KKN

Tahap	Indikator	Capaian Teramati	Batas Interpretasi
Koordinasi dan desain	Kebutuhan dan lokasi penerapan teridentifikasi	RT 27 ditetapkan sebagai lokus penerapan dan pengelolaan lanjutan	Tidak mengukur perubahan perilaku atau volume sampah
Perakitan unit	Komponen utama terhubung menjadi satu sistem	Drum 120 L, panel surya, controller, baterai, timer, kipas DC, dan pipa aerasi terpasang	Spesifikasi daya dan debit udara belum diukur
Uji fungsi	Kipas beroperasi sesuai pengaturan timer	Pengujian 24 jam menunjukkan rangkaian dan kipas bekerja sesuai jadwal yang diprogram	Belum menguji kinerja aerasi terhadap kematangan kompos
Sosialisasi	Kegiatan edukasi dan demonstrasi terlaksana	30 peserta mengikuti kegiatan pada 5 Agustus 2026	Tidak ada pre-test/post-test sehingga peningkatan pengetahuan tidak dihitung
Penerapan awal	Bahan organik mulai diproses dalam alat	Komposter mulai digunakan dan diserahkan kepada RT 27	Kompos belum matang; reduksi massa, bau, dan kualitas kompos belum diukur

Uji fungsi 24 jam menunjukkan bahwa energi dari sistem dapat mengoperasikan rangkaian dan kipas sesuai interval yang telah diprogram pada timer. Capaian ini penting sebagai verifikasi awal bahwa sistem listrik dan mekanisme aerasi dapat bekerja sebagai satu rangkaian. Namun, keberhasilan fungsional tersebut belum identik dengan keberhasilan proses pengomposan. Literatur menunjukkan bahwa aerasi perlu dikendalikan karena laju yang terlalu rendah dapat menyebabkan kekurangan oksigen, sedangkan aerasi berlebihan dapat memengaruhi suhu, kehilangan kelembapan, emisi, dan konservasi unsur hara (Tang et al., 2023; Peng et al., 2023). Karena debit udara SOLARCOMPOST belum diukur, jadwal timer pada tahap ini sebaiknya dipandang sebagai pengaturan operasional awal yang masih memerlukan kalibrasi berdasarkan karakteristik bahan dan hasil monitoring.

Temuan dari sistem pengomposan skala kecil juga menunjukkan bahwa arah aliran udara dan laju aerasi memengaruhi kemampuan tumpukan mempertahankan fase termofilik dan mencapai kematangan (Lai et al., 2024). Di sisi lain, penelitian pada sistem aktif rumah tangga menunjukkan manfaat aerasi aktif terhadap waktu pematangan dan gangguan bau dibandingkan aerasi pasif (Bhave & Kulkarni, 2019). Perbandingan tersebut memberikan dasar ilmiah bagi penggunaan kipas pada SOLARCOMPOST, tetapi tidak dapat digunakan untuk mengklaim bahwa unit yang dibuat telah mencapai manfaat yang sama karena desain, skala, jenis bahan, dan parameter operasinya berbeda.

3.2. Rasional Teknis Aerasi Terjadwal pada Skala Kecil

Rancangan SOLARCOMPOST menggunakan timer sebagai pengendali sederhana agar kipas tidak harus dioperasikan manual sepanjang waktu. Pendekatan ini memiliki nilai praktis pada program masyarakat karena pengoperasian dapat dilakukan dengan langkah yang relatif mudah: pengguna menyiapkan bahan organik, memastikan komponen listrik terhubung, lalu memeriksa bahwa kipas bekerja pada interval yang telah ditentukan. Walaupun sederhana, strategi aerasi terjadwal perlu dipahami sebagai bagian dari pengendalian proses yang dinamis. Kebutuhan oksigen berubah menurut komposisi bahan, kadar air, kepadatan, suhu, dan fase dekomposisi. Karena itu, satu interval timer yang sama belum tentu optimal untuk seluruh periode pengomposan.

Penelitian Zhang et al. (2021) menunjukkan bahwa frekuensi aerasi memengaruhi konsumsi oksigen, aktivitas enzim, dan suksesi komunitas bakteri selama pengomposan limbah makanan. Hasil tersebut memperkuat alasan penggunaan aerasi terkontrol, tetapi juga memperlihatkan bahwa aerasi harus disesuaikan dengan fase proses. Wang et al. (2021) menemukan bahwa perubahan laju aerasi dapat memengaruhi kematangan kompos dan karakteristik leachate, sedangkan Peng et al. (2023) menunjukkan adanya trade-off antara pola aerasi, kematangan, dan emisi gas. Dengan demikian, penggunaan kipas pada SOLARCOMPOST merupakan dasar teknis yang masuk akal, tetapi efektivitasnya baru dapat ditentukan apabila debit udara dan respons bahan kompos diukur.

Pada pengembangan berikutnya, timer dapat dikalibrasi berdasarkan data lapangan. Langkah paling sederhana adalah menghubungkan waktu kerja kipas dengan suhu dan kondisi bahan. Apabila suhu tidak meningkat atau bau anaerob muncul, operator dapat mengevaluasi kepadatan bahan, kadar air, serta distribusi udara sebelum sekadar menambah durasi kipas. Sebaliknya, apabila bahan terlalu cepat mengering, jadwal aerasi mungkin perlu dikurangi atau kelembapan dikoreksi. Pendekatan semacam ini lebih aman dibandingkan mengasumsikan bahwa semakin lama kipas bekerja maka proses akan selalu semakin baik. Tang et al. (2023) menunjukkan bahwa aerasi, kadar air, dan rasio C/N berinteraksi dalam menentukan kematangan dan emisi, sehingga pengelolaan proses perlu mempertimbangkan beberapa parameter secara bersamaan.

Dalam konteks energi, penggunaan panel surya memberikan otonomi sumber daya bagi sistem aerasi, tetapi belum cukup untuk menyatakan sistem lebih hemat atau lebih rendah emisi. Perbandingan manfaat energi membutuhkan data kapasitas panel, profil pengisian baterai, durasi kipas, daya kipas, efisiensi penyimpanan, serta skenario pembanding. Pada tahap KKN, indikator yang dapat diverifikasi baru berupa kemampuan rangkaian mengoperasikan kipas sesuai timer. Pembedaan antara fungsi teknologi dan manfaat lingkungan ini penting agar hasil artikel tetap proporsional dengan bukti yang tersedia.

3.3. Sosialisasi dan Demonstrasi Penggunaan

Sosialisasi dan demonstrasi dilaksanakan pada 5 Agustus 2026 dengan 30 peserta. Materi membahas jenis sampah organik rumah tangga, alasan pemilahan dari sumber, prinsip pengomposan aerob, fungsi setiap komponen SOLARCOMPOST, cara memasukkan bahan organik, serta perawatan dasar. Peserta memperoleh kesempatan untuk melihat unit secara langsung dan berdiskusi mengenai jenis bahan yang dapat dimasukkan, cara kerja kipas, dan pemanfaatan kompos apabila proses telah selesai. Dokumentasi kegiatan disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Sosialisasi *SOLARCOMPOST* bersama masyarakat dan perwakilan RT di Kelurahan Mekar Sari



Gambar 2. Demonstrasi komponen dan cara penggunaan *SOLARCOMPOST*

Kegiatan edukasi berperan penting karena keberhasilan teknologi pengomposan skala rumah tangga bergantung pada praktik pemilahan, jenis bahan yang dimasukkan, konsistensi penggunaan, dan kemampuan pengguna merespons masalah operasional. Tinjauan sistematis oleh Sewak et al. (2021) menunjukkan bahwa intervensi perilaku pengelolaan sampah cenderung lebih kuat ketika tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga memperhatikan kemudahan fasilitas, konteks pengguna, dan dukungan yang berkelanjutan. Fernando (2021) juga menunjukkan bahwa keterbatasan pengetahuan dan sumber daya dapat menjadi hambatan dalam pengomposan rumah tangga. Oleh karena itu, demonstrasi langsung pada program ini diposisikan sebagai tahap transfer pengetahuan awal, bukan sebagai bukti bahwa perilaku masyarakat telah berubah.

3.4. Penerapan Awal pada Pengolahan Sampah Organik

Setelah kegiatan demonstrasi, SOLARCOMPOST mulai digunakan dengan memasukkan bahan organik rumah tangga ke dalam drum. Kipas DC yang terhubung dengan pipa aerasi berfungsi sebagai pemasok udara tambahan. Pada akhir periode pengamatan KKN, bahan masih berada dalam tahap dekomposisi dan belum menghasilkan kompos matang. Kondisi ini konsisten dengan karakter pengomposan yang memerlukan waktu dan pengendalian beberapa parameter proses. Karena tidak dilakukan pengukuran suhu, kelembapan, pH, rasio C/N, kehilangan massa, atau germination index, tahap penerapan ini dinilai berdasarkan fungsi alat dan dimulainya penggunaan, bukan kualitas hasil kompos.

Batas interpretasi tersebut penting karena penggunaan alat pengomposan tidak otomatis berarti bahan yang dihasilkan telah memenuhi kriteria kompos matang. Studi terhadap pengomposan limbah makanan menunjukkan bahwa evaluasi kematangan memerlukan indikator fisikokimia dan/atau biologis, serta bahwa beberapa alat rumah tangga dapat menghasilkan produk yang tampak terolah tetapi belum memiliki karakteristik kompos matang (Zhou et al., 2020). Pada studi pengomposan limbah dapur, kadar air, rasio C/N, dan aerasi terbukti berinteraksi dalam memengaruhi kematangan serta emisi gas (Tang et al., 2023). Karena itu, pemantauan lanjutan terhadap SOLARCOMPOST perlu memisahkan indikator "alat berfungsi" dari indikator "proses pengomposan berhasil".

Penggunaan energi surya pada SOLARCOMPOST terutama berfungsi untuk memasok energi ke kipas tanpa ketergantungan langsung pada listrik jaringan. Pada tahap ini, manfaat tersebut baru dapat dinyatakan sebagai karakter desain, bukan sebagai penghematan energi atau pengurangan emisi, karena daya panel, energi yang tersimpan, konsumsi kipas, dan faktor emisi pembanding tidak diukur. Pendekatan ini tetap relevan untuk dikembangkan karena sistem pengomposan terdesentralisasi dapat dikonfigurasi sesuai kebutuhan komunitas, tetapi evaluasi lingkungan yang lebih kuat membutuhkan data operasional dan batas sistem yang jelas (Sánchez, 2022; Joseph & Stichnothe, 2023).

3.5. Serah Terima, Keberlanjutan, dan Peran Masyarakat

Setelah penerapan awal, unit diserahkan kepada RT 27 agar dapat digunakan setelah masa KKN berakhir. Serah terima ini dimaksudkan untuk membangun kepemilikan lokal terhadap alat sekaligus menghindari kondisi ketika teknologi hanya berfungsi selama periode pendampingan mahasiswa. Dokumentasi penyerahan ditampilkan pada Gambar 3. Pengurus dan warga RT 27 diharapkan menjadi pelaksana utama pemilahan bahan, pengisian komposter, pemeriksaan kipas dan kelistrikan, serta pencatatan masalah yang muncul.



Gambar 3. Penyerahan *SOLARCOMPOST* untuk pengelolaan lanjutan di RT 27 Kelurahan Mekar Sari

Literatur mengenai pengomposan komunitas menekankan bahwa keberlanjutan sistem berskala lokal bergantung pada kombinasi aspek teknis dan sosial. Partisipasi warga dipengaruhi oleh manfaat yang dirasakan, kemudahan penggunaan, dukungan institusi, serta keberadaan aktor yang bertanggung jawab menjaga proses (Marcello et al., 2021); Morrow & Davies, 2022). Dengan demikian, serah terima alat merupakan langkah awal, tetapi keberlanjutan perlu dibuktikan melalui penggunaan rutin, pemeliharaan, dan pencatatan hasil. Program

KKN berikutnya atau pihak kelurahan dapat menggunakan data monitoring tersebut untuk menentukan apakah alat layak dipertahankan, dimodifikasi, atau direplikasi.

3.6. Relevansi Program bagi Pengelolaan Sampah Berbasis Sumber

Kontribusi utama SOLARCOMPOST pada tahap KKN terletak pada upaya menggeser sebagian pengelolaan sampah organik dari pola "kumpul-angkut-buang" menuju pemrosesan di dekat sumber. Pengomposan terdesentralisasi dapat mengurangi kebutuhan membawa fraksi organik ke sistem pembuangan akhir apabila pemilahan dan pengolahan dilakukan secara konsisten. Namun, manfaat tersebut baru terjadi ketika rumah tangga benar-benar memisahkan bahan organik, unit memiliki kapasitas yang sesuai, dan kompos yang dihasilkan dapat dimanfaatkan. Karena volume bahan yang masuk ke SOLARCOMPOST belum ditimbang secara rutin, artikel ini tidak mengkuantifikasi besarnya pengalihan sampah dari alur pembuangan.

Dari perspektif pendidikan masyarakat, keberadaan satu unit percontohan dapat berfungsi sebagai objek belajar yang konkret. Warga dapat mengamati hubungan antara pemilahan, kondisi bahan, aerasi, waktu, dan hasil pengomposan. Hal ini relevan dengan pendekatan perubahan perilaku yang menggabungkan pengetahuan dengan fasilitas yang memungkinkan praktik dilakukan. Sewak et al. (2021) menekankan bahwa intervensi pengelolaan sampah rumah tangga lebih efektif ketika elemen informasi dipadukan dengan dukungan praktis dan konteks pengguna. Oleh karena itu, keberlanjutan SOLARCOMPOST sebaiknya dievaluasi tidak hanya dari kondisi alat, tetapi juga dari frekuensi warga memasok bahan organik dan kepatuhan terhadap aturan bahan yang dapat diterima.

Secara konseptual, program beririsan dengan SDG 7 melalui pemanfaatan energi surya, SDG 11 melalui penguatan pengelolaan lingkungan permukiman, SDG 12 melalui upaya pengurangan dan pemanfaatan kembali sampah organik, serta SDG 13 melalui orientasi pengurangan beban lingkungan dari sampah. Pemetaan tersebut merupakan keselarasan program, bukan bukti pencapaian indikator SDG. Untuk menyatakan kontribusi yang lebih terukur, diperlukan data seperti jumlah sampah yang dialihkan, energi yang digunakan, jumlah rumah tangga yang berpartisipasi, dan pemanfaatan kompos. Pernyataan batas ini penting agar narasi keberlanjutan tidak melampaui hasil yang benar-benar dikumpulkan.

Dalam jangka menengah, pengelolaan dapat diperluas melalui pembagian peran. Ketua RT atau kader lingkungan dapat menjadi penanggung jawab alat; rumah tangga berperan memilah dan memasok bahan; kelurahan dapat mendukung pemantauan dan replikasi; sedangkan perguruan tinggi dapat membantu evaluasi teknis. Model kolaboratif seperti ini sejalan dengan temuan bahwa pengomposan komunitas memerlukan jaringan aktor, dukungan organisasi, dan pembagian tanggung jawab agar sistem tetap berjalan setelah fase inisiasi ((Marcello et al., 2021; Morrow & Davies, 2022). Dengan demikian, serah terima alat sebaiknya diikuti tata kelola sederhana, bukan diperlakukan sebagai akhir program.

3.7. Kerangka Monitoring Pascakegiatan

Untuk meningkatkan kualitas evaluasi, program lanjutan perlu menggunakan indikator yang dapat membedakan kinerja teknis alat, proses pengomposan, manfaat pengurangan sampah, dan keberlanjutan penggunaan. Tabel 2 menyajikan indikator minimum yang disarankan berdasarkan kebutuhan program dan parameter yang umum digunakan dalam kajian pengomposan aerob. Indikator ini belum merupakan hasil kegiatan 2026, melainkan kerangka monitoring yang dapat digunakan setelah KKN.

Tabel 3. Indikator monitoring yang direkomendasikan untuk penggunaan *SOLARCOMPOST* pasca-KKN

Domain	Indikator	Cara Pemantauan	Tujuan Interpretasi
Fungsi energi	Waktu hidup kipas, kondisi baterai, gangguan rangkaian	Log harian/mingguan dan inspeksi visual	Menilai reliabilitas sistem tenaga dan timer
Aerasi	Debit udara atau minimal verifikasi aliran pada pipa	Pengukuran airflow bila alat tersedia; pemeriksaan titik keluaran udara	Menilai apakah udara benar-benar terdistribusi ke bahan
Proses	Suhu, kelembapan, bau, frekuensi pengadukan, jenis bahan masuk	Pencatatan berkala dengan termometer dan observasi terstruktur	Menilai kondisi proses dan kebutuhan penyesuaian operasi
Kematangan	pH, rasio C/N, warna/tekstur, germination index bila memungkinkan	Pengujian sederhana/laboratorium pada akhir proses	Membedakan bahan terurai dari kompos matang
Reduksi sampah	Massa bahan masuk dan massa/residu akhir	Penimbangan setiap pengisian dan saat panen	Menghitung pengurangan massa secara aktual
Pemanfaatan	Frekuensi penggunaan dan jumlah rumah tangga pemasok bahan	Log pengguna dan catatan pengurus RT	Menilai keberlanjutan dan jangkauan program

Monitoring suhu dan kelembapan menjadi prioritas karena kedua parameter tersebut memengaruhi aktivitas mikroba dan sekaligus berinteraksi dengan aerasi. Penelitian Tang et al. (2023) menunjukkan bahwa kadar air, aerasi, dan rasio C/N perlu dipertimbangkan secara bersama. Pengaturan aerasi juga tidak seharusnya hanya memperpanjang waktu kerja kipas, karena aerasi berlebihan dapat menurunkan suhu atau meningkatkan kehilangan unsur tertentu, sedangkan aerasi yang tidak mencukupi dapat membatasi oksigen (Wang et al., 2021; Peng et al., 2023). Bagi SOLARCOMPOST, monitoring sederhana dapat dimulai dengan pencatatan suhu, bau, kelembapan secara praktis, waktu kerja kipas, jenis bahan yang masuk, dan waktu pengisian sebelum menuju pengukuran yang lebih teknis.

3.8. Keterbatasan Evaluasi dan Implikasi Pengembangan

Kegiatan memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dinyatakan secara eksplisit. Pertama, tidak terdapat desain pembanding antara komposter dengan dan tanpa aerasi, sehingga kontribusi kipas terhadap laju dekomposisi tidak dapat diestimasi. Kedua, pengukuran teknis seperti debit udara, tegangan dan arus, kapasitas baterai, serta konsumsi energi tidak dilakukan. Ketiga, proses komposting belum mencapai tahap panen pada akhir observasi sehingga kualitas dan kematangan kompos belum diuji. Keempat, tidak dilakukan penimbangan massa bahan masuk dan hasil akhir sehingga kemampuan alat mengurangi sampah belum dapat dihitung. Kelima, sosialisasi tidak menggunakan instrumen pre-test dan post-test, sehingga perubahan pengetahuan atau perilaku peserta tidak dapat dinyatakan sebagai outcome.

Keterbatasan tersebut tidak meniadakan nilai kegiatan sebagai program KKN, karena luaran utama yang dapat diverifikasi adalah tersedianya satu unit yang berfungsi, terlaksananya sosialisasi, dimulainya penggunaan, dan adanya serah terima kepada pengelola lokal. Namun, batas bukti ini perlu dipertahankan agar artikel tidak mengubah capaian proses menjadi klaim efektivitas. Untuk tahap pengembangan, evaluasi dapat menggunakan desain sederhana sebelum-sesudah atau pembanding pasif, mencatat massa input, memonitor suhu dan kelembapan, mengukur aerasi, serta menilai kematangan kompos. Dengan data tersebut, pertanyaan tentang apakah SOLARCOMPOST mempercepat pematangan, mengurangi bau, atau menurunkan jumlah sampah yang dibuang dapat diuji secara lebih objektif.

Dari sisi implementasi sosial, pendampingan berkala juga diperlukan. Kajian perilaku rumah tangga menunjukkan bahwa penyediaan informasi saja tidak selalu cukup untuk mempertahankan praktik pemilahan dan pengomposan; intervensi yang memadukan fasilitas, umpan balik, dukungan sosial, dan penyesuaian terhadap hambatan lokal lebih berpeluang menghasilkan perubahan yang bertahan (Sewak et al., 2021). Karena itu, peran RT 27 dan Kelurahan Mekar Sari sebagai penjaga keberlanjutan menjadi penting, sedangkan KKN berfungsi sebagai pemicu awal, penyedia teknologi, dan fasilitator transfer pengetahuan.

4. KESIMPULAN

Kegiatan KKN 52 di Kelurahan Mekar Sari berhasil menghasilkan dan menerapkan awal satu unit SOLARCOMPOST berupa komposter aerob 120 L dengan aerasi berbantuan panel surya, baterai, digital timer switch, kipas DC, dan pipa aerasi. Uji fungsi selama 24 jam menunjukkan rangkaian kelistrikan dan kipas dapat bekerja sesuai jadwal yang diprogram. Sosialisasi dan demonstrasi pada 5 Agustus 2026 melibatkan 30 peserta, kemudian alat mulai digunakan dan diserahkan untuk pengelolaan lanjutan di RT 27. Pada akhir periode pengamatan, proses pengomposan masih berlangsung dan kompos belum dipanen. Oleh karena itu, kegiatan ini belum dapat digunakan untuk menyimpulkan percepatan pematangan, pengurangan massa sampah, pengendalian bau, kualitas kompos, efisiensi energi, atau dampak lingkungan. Nilai utama program terletak pada kelayakan perakitan, uji fungsi awal, transfer teknologi, dan pembentukan mekanisme pengelolaan komunitas. Monitoring pasca-KKN terhadap fungsi sistem, kondisi proses, massa bahan, kematangan kompos, dan konsistensi penggunaan diperlukan sebelum efektivitas dan potensi replikasi SOLARCOMPOST dinilai lebih lanjut.

Ucapan Terima Kasih: Penulis menyampaikan terima kasih kepada LP2M Universitas Mulawarman, Kelurahan Mekar Sari, pengurus dan warga RT 27, serta seluruh pihak yang mendukung pelaksanaan kegiatan KKN 52 dan penerapan awal SOLARCOMPOST..

Kontribusi Penulis: -

Sumber Pendanaan: Bank Kaltimtara.

Konflik Kepentingan: Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

REFERENSI

Bhave, P. P., & Kulkarni, B. N. (2019). Effect of active and passive aeration on composting of household biodegradable wastes: a decentralized approach. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, *8*, 335–344. https://doi.org/10.1007/s40093-019-00306-7

Fernando R. L. S. (2021). People's participation in home composting: An exploratory study based on Moratuwa and Kaduwela municipalities in the Western Province of Sri Lanka. Management of Environmental Quality: An International Journal, 32(2), 344-358. https://doi.org/10.1108/MEQ-03-2020-0051

Joseph, B., & Stichnothe, H. (2023). Estimating uncertainties in the life cycle assessment of composting household biowaste and urban green waste in Germany. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, *25*(5), 3065–3080. https://doi.org/10.1007/s10163-023-01740-6

Lai, J. C., Then, Y. L., Hwang, S. S., & Lee, C. S. (2024). Optimal aeration management strategy for a small-scale food waste composting. *Carbon Resources Conversion*, *7*(1). https://doi.org/10.1016/j.crcon.2023.06.002

Marcello, B., Di Gennaro, V., & Ferrini, S. (2021). Let the citizens speak: An empirical economic analysis of domestic organic waste for community composting in Tuscany. *Journal of Cleaner Production*, *306*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127263

Morrow, O., & Davies, A. (2022). Creating careful circularities: Community composting in New York City. *Transactions of the Institute of British Geographers*, *47*(2), 529–546. https://doi.org/10.1111/tran.12523

Peng, L., Tang, R., Wang, G., Ma, R., Li, Y., Li, G., & Yuan, J. (2023). Effect of aeration rate, aeration pattern, and turning frequency on maturity and gaseous emissions during kitchen waste composting. *Environmental Technology and Innovation*, *29*. https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102997

Sánchez, A. (2022). Decentralized Composting of Food Waste: A Perspective on Scientific Knowledge. In *Frontiers in Chemical Engineering* (Vol. 4). Frontiers Media SA. https://doi.org/10.3389/fceng.2022.850308

Sewak, A., Kim, J., Rundle-Thiele, S., & Deshpande, S. (2021). Influencing household-level waste-sorting and composting behaviour: What works? A systematic review (1995–2020) of waste management interventions. In *Waste Management and Research* (Vol. 39, Number 7, pp. 892–909). SAGE Publications Ltd. https://doi.org/10.1177/0734242X20985608

Tang, R., Liu, Y., Ma, R., Zhang, L., Li, Y., Li, G., Wang, D., Lin, J., Li, Q., & Yuan, J. (2023). Effect of moisture content, aeration rate, and C/N on maturity and gaseous emissions during kitchen waste rapid composting. Journal of Environmental Management, 326, 116662. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116662

Wang, Y., Tang, Y., Li, M., & Yuan, Z. (2021). Aeration rate improves the compost quality of food waste and promotes the decomposition of toxic materials in leachate by changing the bacterial community. Bioresource Technology, 340, 125716. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125716

Zhang, S., Wang, J., Chen, X., Gui, J., Sun, Y., & Wu, D. (2021). Industrial-scale food waste composting: Effects of aeration frequencies on oxygen consumption, enzymatic activities and bacterial community succession. *Bioresource Technology*, *320*. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124357

Zhou, X., Yang, J., Xu, S., Wang, J., Zhou, Q., Li, Y., & Tong, X. (2020). Rapid in-situ composting of household food waste. *Process Safety and Environmental Protection*, *141*, 259–266. https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.05.039

This is an open access article which is publicly available on our journal's website under Institutional Repository at https://e-journals2.unmul.ac.id/index.php/pdkum/index