Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN) e-ISSN : 2745 4053
Vol. 6 No. 3, Edisi Juli - September 2025 |pp 4272-4279 |DOI: http://doi.org/10.55338/jpkmn.v6i3.6741

Penguatan Kapasitas Masyarakat melalui Pelatihan Kompos Berbasis IoT di Bank Sampah Beriman Bogor

[1)]Wiranti Kusuma Hapsari, [2)]Hikmatulloh, [3)]Shindy Arti

[1)]Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia
[2)]Informatika, Universitas Nusa Mandiri, Jakarta, Indonesia
[3)]Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia
Email Corresponding: wiranti.kusuma@unj.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Kata Kunci:
Internet of Things
Komposter
Pelatihan
Bank Sampah
Sampah organik

ABSTRAK

Timbulan sampah organik rumah tangga di kawasan perkotaan yang memiliki keterbatasan lahan masih menjadi tantangan dalam pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem komposter otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai solusi inovatif dalam pengolahan limbah organik skala rumah tangga. Kegiatan dilaksanakan melalui pendekatan partisipatif berbasis pelatihan aplikatif dengan melibatkan bank sampah beriman dimana ibu rumah tangga sebagai peserta utama. Sistem dirancang untuk memantau parameter suhu, kelembapan, dan pH secara langsung melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan aplikasi pemantauan jarak jauh. Hasil pelaksanaan menunjukkan peningkatan dalam pemahaman dan keterampilan peserta terkait pengelolaan sampah organik, serta berfungsinya sistem secara optimal dalam menghasilkan kompos. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan teknologi tepat guna berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi pengomposan sekaligus memperkuat peran bank sampah sebagai pusat edukasi lingkungan. Sistem ini memiliki potensi untuk dikembangkan melalui integrasi sumber energi terbarukan serta dimanfaatkan sebagai dasar penyusunan kebijakan pengelolaan sampah berbasis data. Hasil kegiatan ini penting sebagai model replikasi untuk pemberdayaan masyarakat dalam mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan.

Keywords:
Internet of Things
Composter
Training
Waste Bank
Organic Waste

ABSTRACT

The accumulation of household organic waste in urban areas with limited land availability remains a significant challenge in achieving sustainable environmental management. This community service initiative aimed to develop and implement an Internet of Things (IoT)-based automatic composter system as an innovative solution for small-scale organic waste processing at the household level. The activity was conducted using a participatory approach through applicative training, involving the Beriman waste bank, with housewives as the primary participants. The system was designed to monitor key parameters temperature, humidity, and pH in real time through the integration of sensors, a microcontroller, and a remote monitoring application. The results of the implementation indicated improvements in participants' understanding and skills related to organic waste management, along with the optimal functioning of the system in producing compost. These findings suggest that the application of appropriate IoT-based technology can enhance composting efficiency while simultaneously strengthening the role of waste banks as centers for environmental education. This system has the potential to be further developed through the integration of renewable energy sources and utilized as a foundation for data-driven waste management policy formulation. The outcomes of this program are valuable as a replicable model for community empowerment in support of sustainable development goals.

This is an open access article under the CC–BY-SA license.

I. PENDAHULUAN

Permasalahan sampah masih menjadi isu strategis di berbagai daerah di Indonesia. Dinamika pertumbuhan ekonomi yang disertai peningkatan kualitas hidup serta arus urbanisasi yang masif telah berkontribusi terhadap bertambahnya volume sampah yang masuk ke tempat pembuangan akhir (Antriyandarti

et al., 2024). Permasalahan pengelolaan sampah di Indonesia tidak hanya berkaitan dengan kuantitas timbulan sampah yang terus meningkat, tetapi juga menyangkut keterbatasan infrastruktur dan sistem pengelolaan yang belum optimal. Ketergantungan terhadap TPA (Tempat Pembuangan Akhir) sebagai solusi utama pengelolaan sampah perkotaan tidak lagi memadai (Wikurendra et al., 2024). Banyak TPA di Indonesia yang telah melebihi kapasitas daya tampungnya, sehingga mempercepat kebutuhan akan alternatif pengelolaan yang lebih terintegrasi dan berkelanjutan.

Kota Bogor salah satu kota yang menghadapi permasalahan dalam pengelolaan sampah seiring dengan tren peningkatan jumlah penduduk setiap tahunnya. Kondisi tersebut secara langsung berkontribusi terhadap bertambahnya volume timbulan sampah yang memerlukan penanganan efektif (Budiyanto, 2021). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional mencatat Pada tahun 2024, komposisi sampah di kota Bogor di dominasi oleh sampah rumah tangga (52,26%), perniagaan (15,01%), pasar (12.02%). Selain itu, proporsi sampah sisa makanan mencapai 39.02% dari total komposisi sampah di Kota Bogor (KEMENLH, 2024). Dominasi sampah sisa makananan mencerminkan potensi besar untuk pengelolaan sampah organik melalui proses pengomposan. Mengingat sebagian besar sampah di Kota Bogor berasal dari sektor rumah tangga, yang umumnya menghasilkan limbah organik, maka pengembangan program pengomposan menjadi salah satu strategi yang efektif dan berkelanjutan dalam mengurangi beban sampah organik yang masuk ke TPA. Pengomposan merupakan solusi ramah lingkungan yang tidak hanya membantu mengurangi volume sampah organik, tetapi juga menghasilkan pupuk kompos yang bermanfaat bagi pertanian dan penghijauan kota (Azis et al., 2024).

Selain itu strategi dalam pengelolaan sampah perkotaan adalah meningkatkan keterlibatan aktif masyarakat (*community participation*). Pendekatan ini menyoroti peran aktif masyarakat dalam seluruh tahapan pengelolaan sampah meliputi pemisahan langsung dari sumbernya, proses pengumpulan, hingga aktivitas daur ulang atau penggunaan kembali (Rochaeni et al., 2021). Partisipasi masyarakat dianggap mampu memperkuat sistem yang mendorong pengelolaan sampah yang lebih ramah lingkungan dengan mengurangi ketergantungan pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

Berbagai program pengabdian masyarakat yang telah dilakukan sebelumnya pada umumnya masih berfokus pada pengelolaan sampah anorganik atau pada praktik pengomposan manual tanpa dukungan teknologi modern (Rochaeni et al., 2021). Kegiatan tersebut banyak menekankan edukasi pemilahan sampah, pembuatan kompos sederhana, maupun penguatan kelembagaan bank sampah sebagai wadah ekonomi sirkular (Budiyanto, 2021). Walaupun memberikan manfaat, pendekatan tersebut belum menjawab tantangan pengelolaan sampah organik secara komprehensif, khususnya terkait kebutuhan pemantauan kualitas proses pengomposan. Hingga saat ini, belum ditemukan penerapan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam program pengabdian masyarakat yang memungkinkan masyarakat melakukan pengomposan secara terkontrol melalui pemantauan parameter penting seperti suhu, kelembapan, dan pH secara *real-time* (Putri et al., 2025).

Berangkat dari kesenjangan tersebut, pengabdian ini menawarkan kontribusi baru dengan menghadirkan komposter berbasis IoT yang sederhana, terjangkau, serta dapat digunakan langsung oleh masyarakat awam, khususnya ibu rumah tangga. Pendekatan yang digunakan tidak hanya sebatas sosialisasi, melainkan berupa pelatihan aplikatif partisipatif yang dirancang untuk meningkatkan keterampilan praktis peserta dalam merakit, mengoperasikan, dan memantau sistem IoT untuk pengolahan sampah organik. Inovasi ini tidak hanya memperluas fungsi Bank Sampah Beriman yang sebelumnya berfokus pada sampah anorganik, tetapi juga memperkuat posisinya sebagai pusat edukasi dan inovasi pengelolaan sampah organik berbasis teknologi di tingkat komunitas perkotaan. Pengomposan berbasis IoT memungkinkan proses pengolahan sampah organik dilakukan secara lebih efisien dan terkontrol, karena berbagai parameter penting seperti suhu, kelembaban, pH dapat dipantau secara real-time menggunakan sensor yang terhubung ke sistem digital (Putri et al., 2025). Hal ini tidak hanya meningkatkan kualitas kompos yang dihasilkan, tetapi juga mempercepat waktu dekomposisi serta meminimalisir kesalahan teknis akibat kurangnya pengalaman. Salah satu inisiatif strategis yang dilakukan adalah mengajarkan sistem pengomposan berbasis IoT kepada pengelola dan anggota Bank Sampah, agar mereka tidak hanya mampu melakukan pengolahan limbah organik secara mandiri, tetapi juga memanfaatkan teknologi untuk memantau dan mengoptimalkan proses tersebut.

II. MASALAH

Bank Sampah Beriman merupakan unit bank sampah berbasis komunitas yang dibentuk pada Juli 2019 oleh para warga RW 14 di Perumahan Vila Bogor Indah 2, Kelurahan Kedunghalang, Kecamatan Bogor Utara,

Kota Bogor. Sejak awal berdirinya bank sampah beriman, kegiatan lebih banyak berfokus pada pengelolaan sampah anorganik, seperti pemilahan, penimbangan, dan penjualan kembali sampah plastik, kertas, dan logam. Peran Bank Sampah "Beriman" diharapkan menjadi bagian dari upaya mewujudkan pengelolaan lingkungan berkelanjutan di wilayah perkotaan. Dengan mengedepankan edukasi masyarakat, sistem insentif berbasis tabungan, dan pemberdayaan perempuan sebagai pelaksana utama.

Berdasarkan data yang dihimpun, tercatat sebanyak 130 nasabah aktif yang tergabung dalam kegiatan bank sampah ini. Menariknya, sebanyak 56,5% dari nasabah tersebut merupakan ibu rumah tangga, yang sebagian besar berusia 41–50 tahun, dengan latar belakang ekonomi menengah ke bawah. Karakteristik demografis menunjukkan bahwa Bank Sampah Beriman tidak hanya menjadi sarana pengelolaan sampah, tetapi juga wadah pemberdayaan masyarakat, khususnya perempuan, dalam praktik keberlanjutan di lingkungan tempat tinggal mereka.

Gambar 1. Kegiatan penimbangan dan pemilahan sampah anorganik di Bank Sampah "Beriman"

Meskipun nasabah Bank Sampah Beriman memiliki kepedulian terhadap pengelolaan sampah, masih banyak di antara mereka yang mengalami kebingungan dalam mengolah sampah organik rumah tangga seperti residu makanan dan dedaunan. Keadaan tersebut dipicu oleh beberapa hal, seperti keterbatasan pengetahuan teknis, minimnya fasilitas pendukung, serta kondisi lingkungan tempat tinggal yang berupa kawasan perumahan dengan ruang terbatas.

Di lingkungan perumahan seperti Perumahan Vila Bogor Indah 2, pemrosesan sampah organik secara mandiri sering kali terkendala oleh kurangnya lahan terbuka dan kekhawatiran terhadap bau yang ditimbulkan. Akibatnya, sebagian besar sampah organik tetap dibuang bersama sampah residu lainnya, yang kemudian terakumulasi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Di sisi lain, sampah organik rumah tangga memiliki potensi besar untuk diolah menjadi kompos yang bermanfaat bagi lingkungan maupun kebutuhan rumah tangga seperti pertanian skala kecil dan tanaman hias. Oleh karena itu, diperlukan upaya penguatan kapasitas masyarakat, khususnya ibu rumah tangga, melalui pelatihan dan penerapan teknologi pengomposan sederhana dan ramah lingkungan. Salah satu pendekatan inovatif yang dapat diperkenalkan adalah pengomposan berbasis *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan proses kompos dilakukan secara efisien, terkontrol, dan sesuai dengan keterbatasan ruang di kawasan perumahan.

III. METODE

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif dan berbasis pelatihan aplikatif yang melibatkan langsung pengurus dan nasabah Bank Sampah Beriman, terutama ibu rumah tangga sebagai peserta utama. Sebanyak 35 peserta turut hadir dalam kegiatan ini, yang meliputi 5 orang pengurus serta 30 perwakilan dari nasabah Bank Sampah Beriman. Pelatihan dilaksanakan dalam 2 sesi utama, sesi teori dan sesi praktik lapangan. Sesi teori berisi penjelasan konsep dasar pengomposan aerobik dan pengenalan teknologi Internet of Things (IoT) dalam konteks pengomposan. Pada sesi praktik lapangan, peserta diajarkan cara pembuatan komposter skala rumah tangga, instalasi sensor IoT, simulasi pemantauan data dan diajarkan cara mengatur, membaca dan merawat alat.

Dalam pelaksanaan pembuatan kompos berbasis *Internet of Things* (IoT), pemilihan bahan baku organik tetap menjadi faktor utama yang menentukan kualitas hasil kompos. Bahan-bahan organik yang digunakan dalam sistem ini umumnya bersumber dari residu dapur rumah tangga, seperti sisa sayuran, kulit buah, daun-daunan kering, ampas kopi, dan sisa makanan nabati lainnya. Bahan-bahan tersebut tergolong sebagai limbah

kaya karbon dan nitrogen, yang merupakan unsur penting dalam proses dekomposisi aerobik oleh mikroorganisme. Karbon berfungsi sebagai sumber energi, sementara nitrogen diperlukan untuk pertumbuhan dan reproduksi mikroorganisme. Rasio karbon dan nitrogen (C/N) yang seimbang sangat menentukan kecepatan dan efektivitas proses pengomposan (Azis et al., 2023).

Sampah organik berukuran besar seperti potongan sayuran besar, daun-daunan padat, ataupun bagian buah atau tanaman yang lebih sulit terurai, dapat diolah terlebih dahulu menggunakan mesin pencacah (*shredder* atau *chipper*) sebelum dimasukkan ke dalam sistem pengomposan aerobik. Memecah sampah organik menjadi partikel berukuran antara 0,5–2 cm, memungkinkan campuran makanan lebih seragam dan efisien dihancurkan oleh mikroba kompos (Resmi & Vinod, 2022).

Setelah melalui proses pencacahan, limbah organik yang telah berukuran kecil kemudian dimasukkan ke dalam wadah komposter tertutup (*closed composter*). Untuk mempercepat proses dekomposisi, ditambahkan bahan penunjang berupa Effective Microorganism 4 (EM4) sebagai bioaktivator. Komposter dirancang untuk mendukung proses dekomposisi aerobik dan telah dilengkapi dengan sistem pemantauan berbasis sensor, yaitu sensor suhu, kelembapan, dan pH. Ketiga parameter tersebut merupakan indikator utama dalam proses pengomposan karena memengaruhi aktivitas mikroorganisme pengurai.

Gambar 2. Diagram Sistem Komposter Otomatis Berbasis IoT

Gambar 2 merupakan diagram sistem pengomposan berbasis *Internet of Things* (IoT) yang berfungsi untuk memantau dan mengontrol proses pengomposan secara otomatis dan *real-time*. Sistem ini bertujuan untuk mengoptimalkan kondisi lingkungan di dalam komposter agar proses dekomposisi berjalan lebih cepat dan menghasilkan kompos yang berkualitas.

Pada sistem ini, sensor pH berfungsi sebagai indikator untuk menentukan tingkat keasaman maupun kebasaan media kompos. Kondisi pH yang ideal berkisar antara 5,5 hingga 7,4, yang sangat penting untuk mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme pengurai sampah organik (Sumarsono et al., 2024). Ketidakseimbangan pH dapat menyebabkan terganggunya proses dekomposisi, sehingga pemantauan yang akurat menjadi faktor kunci. Selain itu, sensor suhu dan kelembapan DHT22 (atau DHT11) dipasang untuk mengukur parameter lingkungan di dalam komposter. Suhu optimal untuk proses pengomposan berada dalam rentang 30–56 °C, dengan kelembapan relatif antara 40–65 % (Jain et al., 2019). Kondisi ini memungkinkan mikroorganisme bekerja secara maksimal dalam fase mesofilik hingga termofilik. Suhu atau kelembapan yang terlalu rendah akan memperlambat proses dekomposisi organik (Putri et al., 2024)

Gambar 3. Pemasangan sensor pada tong komposter

Seluruh data sensor dikumpulkan dan dikelola oleh mikrokontroler berbasis ESP32 atau NodeMCU. Mikrokontroler ini berperan sebagai pusat kendali, yang tidak hanya memantau tetapi juga mengendalikan perangkat output seperti kipas (*fan*) untuk meningkatkan sirkulasi udara dan menurunkan suhu saat overheating, serta pemanas (*heater*) untuk menjaga suhu tetap dalam batas optimal (Mujiyanti et al., 2022). Mikrokontroler juga dapat memutus atau menghubungkan aliran listrik melalui modul relay yang berfungsi sebagai saklar otomatis (Harry et al., 2020). Sistem ini terhubung dengan internet, yang memungkinkan data sensor dikirim secara real time ke platform cloud seperti ThingSpeak atau aplikasi mobile seperti Blynk. Pengguna dapat memantau kondisi komposter dari jarak jauh melalui smartphone, serta menerima notifikasi jika parameter lingkungan berada di luar batas yang telah ditentukan. Blynk merupakan aplikasi IoT yang dirancang untuk mengendalikan perangkat mikrokontroler melalui antarmuka pengguna grafis (GUI), sementara ThingSpeak menyediakan layanan penyimpanan, analisis, dan visualisasi data sensor secara online (Murdianto & Susanna, 2024). Untuk memberikan informasi visual langsung kepada pengguna di lokasi, layar LCD disertakan untuk menampilkan data suhu, kelembapan, dan pH secara *real time*. Seluruh sistem dirancang agar ramah pengguna dan mendukung pemantauan serta pengendalian jarak jauh menggunakan smartphone sebagai antarmuka utama.

Selain menggunakan sensor IoT, validasi manual dilakukan dengan termometer kompos, kertas lakmus untuk pengukuran pH, dan timbangan digital untuk memantau berat bahan. Pemantauan dilakukan setiap hari selama 21 hari. Data hasil monitoring dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan nilai suhu, kelembapan, dan pH terhadap standar kualitas kompos (pH 5,5–7,4; suhu 30–56 °C; kelembapan 40–65%) (Jain et al., 2019). Analisis kualitatif dilakukan melalui observasi perubahan bau, warna, dan tekstur.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Indikator keberhasilan program pengabdian kepada masyarakat dalam penerapan sistem komposter otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat diukur melalui beberapa aspek:

Pertama, meningkatnya pemahaman masyarakat mengenai pengelolaan sampah organik yang diukur melalui perbandingan hasil pre-test dan post-test. Skor pengetahuan meningkat dari rata-rata 70% pada pre-test menjadi 90% pada post-test, atau naik sebesar 20%. Hal ini mencerminkan adanya transfer pengetahuan yang efektif dari tim pelaksana kepada peserta kegiatan. Kedua, tingkat partisipasi aktif masyarakat juga menjadi indikator penting, yang terlihat dari kehadiran warga dalam kegiatan pelatihan. Tingkat partisipasi dengan 100% peserta aktif dalam pelatihan dan penggunaan komposter berbasis IoT. Ketiga, keberhasilan teknis sistem komposter dapat ditinjau dari kemampuan perangkat dalam memantau parameter suhu, kelembapan, dan pH secara *real-time* serta konsistensi proses dekomposisi organik. Hasil pemantauan *real-time* menunjukkan bahwa sistem komposter berbasis IoT mampu menjaga parameter pengomposan dalam rentang yang stabil dan sesuai standar literatur. Pada awal proses, suhu tercatat sebesar 29 °C, kemudian meningkat hingga mencapai puncak 52 °C pada hari ke-7 yang menandai berlangsungnya fase termofilik. Fase ini berperan penting dalam menekan pertumbuhan patogen serta mempercepat degradasi bahan organik. Selanjutnya, suhu secara bertahap menurun hingga mencapai 32 °C pada hari ke-21, yang menunjukkan bahwa proses pengomposan telah memasuki fase pematangan.

Kelembapan kompos terpantau relatif stabil, yaitu berkisar antara 55–65%. Kondisi ini berada dalam rentang optimal bagi aktivitas mikroorganisme, sehingga dapat diinterpretasikan bahwa sistem IoT berhasil membantu menjaga keseimbangan lingkungan internal komposter. Parameter pH juga menunjukkan perubahan positif, di mana pada awal proses nilainya 5,2 (bersifat agak asam) dan secara bertahap meningkat hingga mencapai 6,8 pada hari ke-21. Nilai ini berada dalam kisaran ideal pH kompos matang (5,5–7,4) sebagaimana disebutkan oleh Jain et al. (2019).

Selain parameter kuantitatif, hasil observasi fisik menunjukkan adanya perubahan karakteristik kompos. Pada hari-hari awal, warna bahan masih hijau segar dengan bau menyengat, namun secara bertahap berubah menjadi coklat kehitaman dengan tekstur remah dan bau yang hilang pada akhir proses. Hal ini mengonfirmasi bahwa kompos yang dihasilkan telah matang. Keempat, hasil akhir berupa kompos yang layak guna (dengan ciri tidak berbau menyengat, bertekstur remah, dan berwarna coklat kehitaman) menjadi bukti konkret keberhasilan proses biologis yang terjadi di dalam komposter.

Jika dilihat dari kondisi masyarakat di lokasi kegiatan, luaran kegiatan ini memiliki sejumlah keunggulan. Teknologi yang digunakan dirancang secara sederhana dan aplikatif sehingga mudah dipahami oleh masyarakat umum, termasuk oleh kalangan non-teknis. Selain itu, perangkat dirancang dengan biaya rendah namun tetap fungsional, sehingga memungkinkan untuk direplikasi dan diadopsi oleh komunitas lain. Fokus kegiatan pada pengelolaan sampah organik turut memperluas peran bank sampah, yang sebelumnya hanya terbatas pada pengelolaan sampah anorganik seperti plastik dan logam.

Berbeda dari sebagian besar program pengabdian sebelumnya yang lebih menekankan edukasi pemilahan sampah atau pembuatan kompos manual. Misalnya, Rochaeni et al. (2021) menekankan peran serta masyarakat dalam pemilahan sampah anorganik, sementara Antriyandarti et al. (2024) lebih menyoroti faktor sosial-ekonomi dalam pengelolaan sampah. Budiyanto (2021) mengembangkan model dinamis pengelolaan sampah perkotaan, namun tidak menyinggung pemanfaatan teknologi pengomposan berbasis sensor. Bahkan program pengomposan skala rumah tangga sebelumnya umumnya masih mengandalkan cara manual, sehingga kualitas dan waktu dekomposisi sulit terkontrol. Sebaliknya, pengabdian ini menunjukkan kontribusi baru melalui penerapan komposter berbasis IoT yang memungkinkan pemantauan *real-time* parameter pengomposan. Hal ini sejalan dengan penelitian Putri et al. (2025) yang membuktikan bahwa monitoring digital mampu mempercepat kematangan kompos, namun pengabdian ini menambahkan aspek pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan aplikatif partisipatif.

Namun demikian, beberapa kelemahan masih dijumpai dalam implementasi sistem. Tidak semua warga memiliki smartphone yang kompatibel atau literasi digital yang cukup untuk memanfaatkan aplikasi monitoring secara optimal. Ketergantungan pada jaringan internet juga menjadi tantangan tersendiri, terutama pada wilayah dengan sinyal tidak stabil. Di samping itu, kapasitas tong komposter masih terbatas, sehingga belum mampu menampung seluruh volume sampah organik rumah tangga dalam skala besar.

Gambar 4. Dokumentasi setelah kegiatan pelatihan

Dalam pelaksanaannya, kegiatan ini menghadapi beberapa tingkat kesulitan. Salah satunya adalah kebutuhan akan pendekatan pelatihan yang berulang dan demonstratif, mengingat latar belakang pendidikan masyarakat yang bervariasi. Selain itu, proses perakitan perangkat keras serta troubleshooting sistem sensor menuntut keahlian teknis khusus, yang tidak dimiliki oleh semua anggota masyarakat.

Meskipun demikian, kegiatan ini berpotensi untuk terus dikembangkan. Sistem dapat disempurnakan dengan integrasi energi terbarukan, seperti panel surya, sehingga cocok untuk daerah dengan akses listrik terbatas. Data yang terekam dari berbagai titik komposter juga berpotensi diolah untuk menyusun kebijakan berbasis data dalam pengelolaan sampah kota. Selain itu, sistem ini sangat relevan untuk diimplementasikan dalam program edukasi lingkungan, sekolah berwawasan hijau (*green school*), dan program CSR (*Corporate Social Responsibility*) yang mendukung pembangunan berkelanjutan.

V. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada implementasi sistem komposter otomatis berbasis Internet of Things (IoT) sebagai salah satu solusi permasalahan pengelolaan sampah organik rumah tangga di lingkungan perkotaan yang memiliki keterbatasan lahan dan fasilitas. Penerapan teknologi ini mampu meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta, khususnya ibu rumah tangga, dalam mengelola limbah organik secara mandiri dan terkontrol. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan peserta dari rata-rata skor pre-test sebesar 70% menjadi 90% pada post-test, atau terjadi peningkatan sebesar 20%. Hal ini menegaskan bahwa metode pelatihan yang digunakan efektif dalam memperkuat literasi lingkungan di kalangan ibu rumah tangga dan pengurus Bank Sampah Beriman.

Sistem komposter yang dikembangkan memungkinkan pemantauan parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan pH secara *real-time*, sehingga mendukung terciptanya proses dekomposisi yang optimal dan menghasilkan kompos berkualitas. Dari sisi teknis, sistem komposter berbasis IoT yang dikembangkan terbukti mampu menjaga parameter pengomposan tetap dalam kondisi optimal. Suhu meningkat hingga 52 °C pada fase termofilik dan menurun stabil pada fase pematangan, kelembapan terjaga di kisaran 55–65%, serta pH meningkat dari kondisi asam (5,2) menuju netral (6,8). Perubahan karakteristik fisik berupa warna coklat kehitaman, tekstur remah, dan hilangnya bau menyengat pada hari ke-21 menunjukkan bahwa kompos yang dihasilkan memenuhi kriteria kompos matang.

Temuan ini menunjukkan bahwa pengomposan berbasis IoT tidak hanya meningkatkan efisiensi teknis, tetapi juga memperluas fungsi dan peran bank sampah sebagai pusat edukasi lingkungan. Keberhasilan pelatihan ini juga mengindikasikan bahwa pendekatan partisipatif dan pelatihan aplikatif dapat menjadi strategi efektif dalam penguatan kapasitas masyarakat dalam pengelolaan sampah berkelanjutan. Sistem ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut melalui integrasi energi terbarukan seperti panel surya, serta pemanfaatan data sensor untuk penyusunan kebijakan berbasis bukti dalam pengelolaan sampah kota.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pertamina Foundation atas dukungan pendanaan yang telah diberikan. Bantuan ini sangat berperan penting dalam pelaksanaan program penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran serta pengelolaan lingkungan berbasis teknologi. Tanpa adanya dukungan dari Pertamina Foundation, kegiatan ini tidak akan dapat terlaksana dengan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Antriyandarti, E., Suci, N., Melati, K., Barokah, U., & Rahayu, W. (2024). *Efek Karakteristik Sosial Ekonomi dan Risk Awareness Rumah Tangga dalam Pengelolaan Sampah di Perkotaan*. *22*, 1127–1134. https://doi.org/10.14710/jil.22.5.1127

Azis, A., Ulya, L., & Saefudin, A. (2024). Pemanfaatan Sampah Organik Menjadi Pupuk Kompos Ramah Lingkungan di Desa Karimunjawa. *I-Com: Indonesian Community Journal*, *4*.

Azis, F. A., Choo, M., Suhaimi, H., & Abas, P. E. (2023). The Effect of Initial Carbon to Nitrogen Ratio on Kitchen Waste Composting Maturity. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(7). https://doi.org/10.3390/su15076191

Budiyanto, A. (2021). A dynamic model for managing urban waste in Bogor City, West Java Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *648*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/648/1/012208

Harry, R., Pamungkas, S., Dadi Riskiono, S., & Arya, Y. (2020). RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN SAYUR BERBASIS ARDUINO DENGAN SENSOR KELEMBABAN TANAH. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, *1*(1), 23–32. http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/teknikelektro/index

Jain, M. S., Daga, M., & Kalamdhad, A. S. (2019). Variation in the key indicators during composting of municipal solid organic wastes. *Sustainable Environment Research*, *1*(1). https://doi.org/10.1186/s42834-019-0012-9

KEMENLH. (2024). *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*.

Mujiyanti, S. F., Aisyah, Y., Firsty Salsabilla, A., Darmawan, T. R., & Rohid, A. (2022). IoT-based for Monitoring and Control System of Composter to Accelerate Production Time of Liquid Organic Fertilizer. *The Journal of Engineering*, *8*(2), 2807–5064.

Murdianto, & Susanna. (2024). Pengujian Alat Bantu Ajar Praktikum Sensor Dan Aktuator Berbasis Internet Of Things (IoT) ESP8266 Menggunakan Aplikasi Blynk Dan ThingSpeak. *PoliGrid*, *5*(2). https://doi.org/10.46964/poligrid.v5i2.51

Putri, P., Saragi, M. A., El, Y. A., Hasibuan, H., Sihombing, Z. R., & Aryza, S. (2024). *A Prototype Iot Temperature And Humidity Monitoring Esp32 Based Via Thing Speak-Pinasthika Putri et.al A Prototype Iot Temperature And Humidity Monitoring Esp32 Based Via Thing Speak*. *13*. https://doi.org/10.58471/infokum.v13i01

Putri, R. E., Maharani, I. P., & Putri, I. (2025). Real-Time Monitoring System for Temperature, Humidity, and pH for Composting Process. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, *14*(2), 380. https://doi.org/10.23960/jtep-l.v14i2.380-390

Resmi, G., & Vinod, V. (2022). Development and Fabrication of A Portable Shredding Machine for Rapid Composting of Organic Waste. *Nature Environment and Pollution Technology*, *21*(1), 275–281. https://doi.org/10.46488/NEPT.2022.v21i01.032

Rochaeni, A., Ismaria, R., Sulaeman, D., & Nurfryatna, B. Y. (2021). COMMUNITY PARTICIPATION IN WASTE MANAGEMENT IN BATUNUNGGAL INDAH RESIDENTIAL AREA, BANDUNG, INDONESIA. *Journal Of Comunity Based Environmental Engineering and Management*, *5*.

Sumarsono, Ayu Nuning Farida Afiatna, F., & Muflihah, N. (2024). The Monitoring System of Soil PH Factor Using IoT-Webserver-Android and Machine Learning: A Case Study. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, *14*(1).

Wikurendra, E. A., Csonka, A., Nagy, I., & Nurika, G. (2024). Urbanization and Benefit of Integration Circular Economy into Waste Management in Indonesia: A Review. In *Circular Economy and Sustainability* (Vol. 4, Issue 2, pp. 1219–1248). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/s43615-024-00346-w