DINAMISIA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Vol. 10, No.5 Oktober 2026, Hal. 1447-1557
DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v10i5.29435

Training on IoT and Organic Waste Processing to Enhance Teacher and Student Competencies

Pelatihan IoT dan Pengolahan Sampah Organik untuk Peningkatan Kompetensi Guru dan Siswa

Elviza Diana*[1], Een Tonadi[2], Danner Sagala[3]
[1,2,3] Universitas Prof.Dr. Hazairin, SH
E-mail: elvizaunihaz@gmail.com [1], eentonadishodiq@gmail.com [2], danner_10@unihaz.ac.id [3]

Abstract

Teachers and students at SMPN 19 Bengkulu City had limited competence in Internet of Things (IoT) technology, no IoT applications for environmental education, and underused organic waste. This community service program aimed to improve teachers' and students' competencies through IoT training, the use of automatic sensor-based waste bins, and the production of Liquid Organic Fertilizer (POC) and eco-enzyme from organic waste. Using a learning-by-doing approach combining lectures, discussions, demonstrations, and hands-on practice, the program involved 54 teachers and 222 students and was evaluated with a pretest-posttest design from February to August 2025. The integrated solution increased IoT knowledge from 3.18 to 4.11 (N-Gain 0.51) and IoT skills from 2.78 to 3.46 (N-Gain 0.31). Waste management scores among 96 respondents rose from 11.17 to 15.90 ($p < 0.001$). Integrating IoT with waste-processing practice fostered ecological awareness, encouraged collaboration between teachers and students, and shows potential as a sustainable contextual learning model.

***Keywords**: IoT, POC, Eco-Enzyme, Teacher, Student, Waste*

Abstrak

Rendahnya kompetensi guru dan siswa dalam teknologi Internet of Things (IoT), belum adanya penerapan IoT untuk edukasi lingkungan, serta belum optimalnya pemanfaatan sampah organik menjadi permasalahan mitra di SMPN 19 Kota Bengkulu. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan kompetensi guru dan siswa melalui pelatihan IoT, penerapan tempat sampah sensor otomatis, serta pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dan eco-enzim dari sampah organik. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan learning by doing yang meliputi ceramah, diskusi, demonstrasi, dan praktik langsung bagi 54 guru dan 222 siswa, dengan evaluasi pretest-posttest pada Februari–Agustus 2025. Solusi terpadu tersebut terbukti menghasilkan peningkatan pemahaman IoT dari 3,18 menjadi 4,11 (N-Gain 0,51) dan keterampilan IoT dari 2,78 menjadi 3,46 (N-Gain 0,31). Skor pengelolaan sampah pada 96 responden meningkat dari 11,17 menjadi 15,90 ($p < 0,001$). Integrasi teknologi IoT dan praktik pengolahan sampah ini menumbuhkan kesadaran ekologis, mendorong kolaborasi guru dan siswa, serta berpotensi menjadi model pembelajaran kontekstual yang berkelanjutan.

***Kata kunci**: IoT, POC, Eco-Enzim, Guru, Siswa, Sampah*

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan lingkungan sekolah merupakan bagian penting dari pendidikan berkelanjutan karena sekolah tidak hanya menjadi ruang pembelajaran, tetapi juga ruang pembentukan pengetahuan, sikap, dan kebiasaan peserta didik. Permasalahan sampah menjadi salah satu tantangan lingkungan yang membutuhkan pendekatan edukasi dan peningkatan kapasitas masyarakat sejak dini. Kurangnya kesadaran serta keterbatasan pengetahuan mengenai pengelolaan dan pemanfaatan sampah menyebabkan sampah terus menjadi permasalahan yang berdampak terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. (Diana et al., 2024). Penelitian mengenai pengelolaan sampah menunjukkan bahwa lingkungan pendidikan dan program yang terstruktur dapat berkontribusi terhadap pengetahuan, keterlibatan, dan perilaku pengelolaan sampah peserta didik (Yusuf & Fajri, 2022). Pada konteks sekolah menengah, keterbatasan sarana, pola pengumpulan, dan sikap peserta didik masih menjadi tantangan dalam pengelolaan sampah yang efektif (Boateng et al., 2023).

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v10i5.29435

Pada saat yang sama, perkembangan *Internet of Things* (IoT) membuka peluang untuk menjadikan persoalan lingkungan sebagai konteks pembelajaran teknologi yang nyata. Pembelajaran IoT tidak hanya memperkenalkan konsep sensor, mikrokontroler, komunikasi data, dan pemantauan, tetapi juga dapat dikembangkan menjadi pengalaman belajar berbasis proyek.(Yeh et al., 2020) menunjukkan bahwa pembelajaran IoT berbasis *maker* pada peserta didik dapat mendukung pengetahuan teoretis, penerapan praktis, dan pola pikir maker. Studi tentang strategi STEAM berbasis IoT juga menunjukkan bahwa teknologi tersebut dapat digunakan untuk mengembangkan pembelajaran interdisipliner dan partisipatif dengan melibatkan guru serta siswa dalam proses perancangan pembelajaran (Santos et al., 2024) Di Indonesia, pelatihan IoT berbasis STEAM pada guru dan siswa sekolah menengah dilaporkan dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan teknis peserta(Qolbiyah et al., 2025).

Integrasi IoT dengan pengelolaan sampah semakin relevan karena teknologi sensor dapat membantu pemantauan kondisi tempat sampah dan mendukung proses pemilahan maupun pengelolaan yang lebih responsif. Sistem *SmartBin* berbasis IoT telah dikembangkan untuk melakukan pemantauan tingkat kepenuhan, identifikasi, serta pengiriman informasi secara waktu nyata (Bano et al., 2020);(Sheng et al., 2020). *SmartBin* dengan mekanisme pemilahan dan pelacakan juga menunjukkan bahwa integrasi sensor dan komunikasi dapat mendukung proses pengelolaan sampah secara lebih terukur(Suvarnamma et al., 2020). Tinjauan sistematis mengenai sistem pengelolaan sampah berbasis IoT menegaskan bahwa sensor, komunikasi data, dan *smart garbage bin* merupakan komponen penting dalam pengembangan pengelolaan sampah berbasis teknologi (Sosunova & Porras, 2025). Dengan demikian, tempat sampah sensor otomatis dapat sekaligus berfungsi sebagai media pembelajaran kontekstual bagi guru dan siswa.

Selain aspek teknologi, sampah organik di sekolah memiliki potensi untuk diolah menjadi produk yang bermanfaat. Pemanfaatan sampah organik melalui fermentasi menjadi eco-enzim dan pengolahan menjadi pupuk organik cair (POC) dapat menjadi pendekatan edukatif untuk memperkenalkan prinsip ekonomi sirkular, pengurangan sampah, dan pemanfaatan sumber daya. Penelitian menunjukkan bahwa berbagai bahan organik memiliki karakteristik nutrisi yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan POC (Purnami, 2020), sedangkan penelitian terhadap POC dari sampah rumah tangga menunjukkan adanya kandungan unsur hara makro dan mikro yang dapat dianalisis sebagai dasar pemanfaatannya (Mangera, 2023). Penggunaan pupuk berbasis limbah organik juga telah diteliti dalam konteks budidaya tanaman dan menunjukkan potensi sebagai bagian dari pemanfaatan kembali sumber daya organik (Kechasov et al., 2021).

Di Bengkulu, kegiatan pemanfaatan limbah organik rumah tangga menjadi eco-enzim juga telah dilakukan sebagai bentuk pemberdayaan masyarakat dan penguatan keterampilan pengelolaan sampah (Indraswanti & Ridwan, 2022). Bukti-bukti tersebut memperlihatkan bahwa pengolahan sampah organik dapat diposisikan bukan sekadar sebagai kegiatan kebersihan, tetapi sebagai media pembelajaran dan pemberdayaan.

Permasalahan mitra dalam kegiatan ini berada pada tiga aspek yang saling berkaitan, yaitu keterbatasan kompetensi teknologi IoT, belum tersedianya penerapan teknologi IoT untuk mendukung edukasi lingkungan, dan belum optimalnya pemanfaatan sampah organik menjadi produk bernilai guna. Keunikan kegiatan pengabdian ini terletak pada integrasi tiga komponen dalam satu rangkaian pembelajaran, yaitu pelatihan IoT, penerapan tempat sampah sensor otomatis, dan praktik pengolahan sampah organik menjadi POC serta eco-enzim. Pendekatan tersebut sejalan dengan temuan bahwa sistem *smart waste management* dapat memanfaatkan sensor dan komunikasi untuk meningkatkan keterukuran pengelolaan sampah (Arthur et al., 2024), sementara edukasi lingkungan yang melibatkan peserta secara aktif dapat memperkuat pengetahuan dan keterlibatan dalam pengelolaan sampah (Yusuf & Fajri, 2022). Dengan menggabungkan teknologi dan praktik lingkungan, kegiatan ini diharapkan menghasilkan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan dapat diterapkan secara berkelanjutan di sekolah.

Tujuan kegiatan adalah meningkatkan kompetensi guru dan siswa dalam memahami serta menerapkan dasar-dasar IoT, meningkatkan keterampilan pengelolaan sampah organik melalui pembuatan POC dan eco-enzim, serta menyediakan media pembelajaran yang mengintegrasikan

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v10i5.29435

teknologi dengan pendidikan lingkungan. Ketercapaian tujuan diukur melalui perubahan skor pengetahuan dan keterampilan peserta sebelum dan sesudah pelatihan menggunakan instrumen kuesioner. Dengan pendekatan tersebut, keberhasilan kegiatan tidak hanya dilihat dari terlaksananya pelatihan, tetapi juga dari perubahan hasil pengukuran dan kemampuan peserta dalam mengikuti praktik.

2. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat mulai dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan bulan Agustus 2025 yang berlokasi di SMPN 19 Kota Bengkulu. Metode pelaksanaan yang diterapkan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah metode praktik langsung (*learning by doing)* yang dikombinasikan dengan pendekatan presentasi visual. Metode tersebut dipilih karena dianggap mampu membantu peserta memahami materi berbasis IoT dan Pengolahan sampah organik. Adapun tahapan pelaksanaan kegiatan antara lain 5 tahapan yaitu (1) Tahap Persiapan dengan melakukan Identifikasi dan Analisis Kebutuhan Mitra, (2) Perancangan Program dan Persiapan, (3) Tahap Pelatihan yang terdiri dari pelatihan IoT untuk Guru dan Siswa, Pelatihan pengelolaan sampah di Sekolah,Pendampingan teknis terkait operasional dan perawatan tempat sampah otomatis berbasis IoT dan produksi pupuk cair. Sebelum dan sesudah pelatihan diberikan kuesioner untuk para guru dan siswa berupa pretes dan postes yang digunkan untuk mengukur tingkat pemahaman guru dan siswa tentang IoT dan pengelolaan sampah (3) Tahap Monitoring dan Evaluasi Program, (4) Tahap Dokumentasi dan Penyebarluasan Hasil, (5) Tahap Keberlanjutan Program.

3. PELAKSANAAN KEGIATAN

Kegiatan Pengabdian yang dilaksanakan antara lain :

1.Tahap Persiapan

Tahap awal adalah melakukan survei awal di sekolah mitra untuk mengetahui kondisi penanganan sampah disekolah, pengelolaan sampah organik. Mendiskusikan kebutuhan dan harapan sekolah terkait program ini agar solusi yang diberikan sesuai dengan kondisi nyata. Berdasarkan hasil survey rendahnya kompetensi guru dan siswa tentang teknologi berbasis IoT dan pengelolaan sampah, belum ada penerapan teknologi IoT di sekolah yang dapat mendukung efisiensi dan edukasi lingkungan, belum ada pemanfaatan sampah organik menjadi produk bermanfaat, seperti pupuk cair dan eco-enzim.

2. Perancangan Program dan Persiapan

Tahap perancangan program dan persiapan dilakukan sebagai langkah awal untuk memastikan seluruh rangkaian kegiatan dapat berjalan secara efektif dan sesuai dengan kebutuhan siswa serta guru. Kegiatan diawali dengan mendesain konsep tempat sampah cair berbasis IoT yang praktis, mudah digunakan, dan sesuai dengan kondisi lingkungan sekolah. Desain tersebut diarahkan untuk membantu proses pemilahan dan pengelolaan sampah organik secara lebih efektif serta memberikan pengalaman langsung kepada peserta dalam memanfaatkan teknologi IoT.

Selanjutnya, tim menyusun modul pelatihan tentang Internet of Things (IoT) dan pengelolaan sampah organik menjadi pupuk cair. Modul disusun dengan bahasa yang sederhana dan dilengkapi materi teori serta praktik agar mudah dipahami oleh siswa dan guru. Materi mencakup pengenalan konsep IoT, cara kerja dan penggunaan perangkat, pemanfaatan sensor, serta tahapan pengolahan sampah organik menjadi pupuk cair yang dapat dimanfaatkan kembali.

Pada tahap persiapan juga dilakukan penyediaan dan pengecekan alat serta bahan yang diperlukan untuk kegiatan praktik, baik perangkat IoT maupun bahan pengolahan sampah organik. Selain itu, tim menyiapkan berbagai media edukasi, seperti poster, video tutorial, dan buku panduan, yang berfungsi sebagai media pendukung untuk memperkuat pemahaman peserta. Seluruh persiapan tersebut dilakukan agar kegiatan

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v10i5.29435

pelatihan dapat berlangsung secara interaktif, aplikatif, dan mudah diterapkan dalam kehidupan sehari-hari di lingkungan sekolah.



(a) (b)

Gambar 1. Buku Panduan (a) Buku panduan Praktis IoT dan (b) Buku Panduan Pembuatan Pupuk Organik Cair

3. Tahap Pelatihan

1. Pelatihan IoT untuk Guru dan Siswa

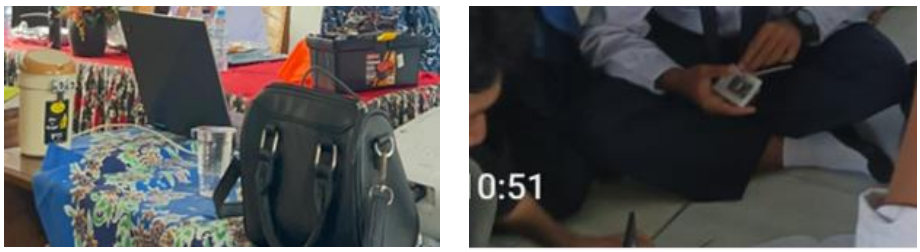
Pelatihan dilaksankan 2 kali kegiatan, tanggal 13 Agustus 2025 pelatihan IoT dan Pengelolaan sampah (pembuatan pupuk organik cair dan eco-enzim) untuk para guru SMPN 19 Kota Bengkulu dan tanggal 21 Agustus 2025 pelatihan pelatihan IoT dan Pengelolaan sampah (pembuatan pupuk organik cair dan eco-enzim) untuk siswa SMPN 19 Kota Bengkulu. Pelatihan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman dasar dan keterampilan praktis dalam *Internet of Things (IoT)*.

Pelatihan Internet of Things (IoT) untuk guru dan siswa dilaksanakan sebagai kegiatan pembelajaran berbasis praktik yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta dalam memanfaatkan teknologi IoT. Kegiatan ini dirancang agar peserta tidak hanya memahami konsep dasar IoT secara teoritis, tetapi juga mampu membuat dan mengoperasikan perangkat sederhana yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam pelatihan ini, peserta diperkenalkan dengan komponen dasar IoT seperti mikrokontroler ESP32/Arduino, sensor, LED, servo motor, kabel jumper, breadboard, serta perangkat lunak pemrograman.

Salah satu praktik yang dilakukan adalah pembuatan lampu flip-flop. Pada kegiatan ini, guru dan siswa belajar membuat rangkaian beberapa LED yang dapat menyala dan mati secara bergantian berdasarkan program yang dibuat pada mikrokontroler. Peserta diperkenalkan dengan konsep dasar rangkaian elektronik, penggunaan pin input dan output, pemrograman mikrokontroler, serta pengaturan waktu menggunakan fungsi *delay*. Melalui praktik tersebut, peserta dapat memahami hubungan antara program yang dibuat dengan respons perangkat keras secara langsung. Kegiatan ini juga menjadi pengenalan awal terhadap konsep otomasi dan pemrograman dalam sistem IoT.

Selain lampu flip-flop, peserta juga diberikan praktik pembuatan tempat sampah otomatis. Sistem ini dirancang menggunakan sensor untuk mendeteksi keberadaan objek atau tangan pengguna pada jarak tertentu. Ketika objek terdeteksi, mikrokontroler akan memberikan perintah kepada servo motor untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis, kemudian menutup kembali setelah beberapa saat. Peserta belajar melakukan perakitan komponen, pemrograman sensor dan servo, pengujian jarak deteksi, serta melakukan perbaikan apabila sistem belum bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v10i5.29435



(a) (b)

Gambar 2. Pelatihan Iot (a) Pembuatan Tempat Sampah Otomatis , (b) Pembuatan Lampu FlipFlop

2. Pelatihan Pengelolaan Sampah di Sekolah

Pelatihan untuk guru dan siswa tentang proses pembuatan pupuk cair dan Eco Enzim dari limbah organic dibagi menjadi dua sesi utama, yaitu:

1. **Sesi Teori** – Penyampaian materi mengenai:
   a. Konsep dasar Pupuk Organik Cair (POC) dan manfaatnya bagi pertanian berkelanjutan.
   b. Prinsip pembuatan Eco-Enzim sebagai produk ramah lingkungan yang dihasilkan dari fermentasi limbah organik.
2. **Sesi Praktik** – Peserta mempraktikkan:
   a. Proses pembuatan POC menggunakan bahan-bahan lokal (air cucian beras, gula merah/molase, dan limbah organik).
   b. Proses pembuatan Eco-Enzim dari limbah kulit buah dan sayur.
   c. Bahan Pembuatan POC
      i. limbah organik
      ii. air
      iii. gula/molase
      iv. EM4
      v. wadah fermentasi.
   d. Penyimpanan, perawatan, dan pengujian kualitas produk yang dihasilkan.



(a) (b)

Gambar 3. Pelatihan Pengelolaan Sampah (a) Pembuatan POC , (b) Pembuatan Eco-enzim

4. Evaluasi Kegiatan

1. Evaluasi Pemahaman tentang IoT

Analisis pretes dan postes dilakukan untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta setelah mengikuti pelatihan Internet of Things (IoT). Pretest digunakan untuk mengetahui kemampuan awal, sedangkan posttest untuk mengukur perubahan kemampuan setelah pelatihan. Evaluasi terhadap 222 siswa SMPN 19 Kota Bengkulu dilengkapi dengan diskusi dan umpan balik dari guru dan siswa guna memperoleh gambaran mengenai efektivitas pelatihan, kendala pelaksanaan, serta dampaknya terhadap peningkatan keterampilan dan penerapan IoT di lingkungan sekolah.

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v10i5.29435

Tabel 1. Hasil Penilaian Pretes dan Postest Pemahaman Peserta tentang IoT

No.	Pertanyaan	Pretes	Postes	Selisih
1	Apakah tahu apa itu IoT	3.69	4.03	0.34
2	IoT = teknologi penghubung	3.69	4.10	0.41
3	Memahami penggunaan IoT	3.79	4.00	0.21
4	Pernah membaca/mendapat materi	2.33	4.13	1.80
5	Mengetahui contoh perangkat IoT	2.41	4.28	1.87
	Rata-rata	3.18	4.11	0.93

Berdasarkan Tabel 1, seluruh indikator mengalami peningkatan setelah peserta mengikuti kegiatan. Rata-rata skor meningkat dari 3,18 pada pretes menjadi 4,11 pada posttest, atau mengalami peningkatan sebesar 0,93 poin pada skala 1–5. Peningkatan terbesar terdapat pada indikator mengetahui contoh perangkat IoT, yaitu dari 2,41 menjadi 4,28 dengan peningkatan sebesar 1,87 poin. Peningkatan terbesar kedua terdapat pada indikator pernah membaca atau mendapatkan materi tentang IoT, yaitu dari 2,33 menjadi 4,13 atau meningkat sebesar 1,80 poin. Sementara itu, peningkatan terendah terdapat pada indikator memahami penggunaan IoT, yaitu sebesar 0,21 poin.

Dengan menggunakan rata-rata pretes dan posttest:

$$N\text{-}Gain = \frac{Posttest - Pretest}{Skor_{maksimum} - Pretest}$$

$$N\text{-}Gain = \frac{4{,}11 - 3{,}18}{5 - 3{,}18}$$

$$N\text{-}Gain = \frac{0{,}93}{1{,}82} = 0{,}51$$

Jadi N-Gain = 0,51.
Interpretasinya:

a. $g < 0{,}30$= rendah
b. $0{,}30 \leq g < 0{,}70$= sedang
c. $g \geq 0{,}70$= tinggi

Dengan demikian, N-Gain sebesar 0,51 termasuk kategori sedang.
Persentase capaian terhadap skor maksimum:

$$\frac{3{,}18}{5} \times 100\% = 63{,}60\%$$

$$\frac{4{,}11}{5} \times 100\% = 82{,}20\%$$

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa seluruh indikator mengalami peningkatan setelah kegiatan. Rata-rata skor pretes sebesar 3,18 meningkat menjadi 4,11 pada posttest, sehingga terdapat peningkatan sebesar 0,93 poin. Jika dikonversikan terhadap skor maksimum 5, capaian peserta meningkat dari 63,60% menjadi 82,20%, atau meningkat sebesar 18,60 poin persentase.

Peningkatan terbesar terdapat pada indikator pengetahuan mengenai contoh perangkat IoT. Skor meningkat dari 2,41 pada pretes menjadi 4,28 pada posttest, dengan peningkatan sebesar 1,87 poin. Selanjutnya, indikator pengalaman membaca atau memperoleh materi tentang IoT meningkat dari 2,33 menjadi 4,13, atau sebesar 1,80 poin. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kegiatan memberikan kontribusi terutama terhadap peningkatan pengetahuan dasar dan pengenalan peserta terhadap implementasi IoT.

Peningkatan terendah terdapat pada indikator pemahaman penggunaan IoT, yaitu dari 3,79 menjadi 4,00 atau meningkat sebesar 0,21 poin. Relatif kecilnya peningkatan pada indikator tersebut dapat disebabkan oleh skor awal peserta yang telah cukup tinggi, sehingga ruang peningkatan (*ceiling effect*) menjadi lebih terbatas.

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v10i5.29435

2. Evaluasi Ketrampilan tentang IoT

Tabel 2. Hasil Penilaian Pretes dan Posttest Keterampilan Peserta Menggunakan IoT

No.	Pertanyaan	Pretes	Postes	Selisih
1	Saya dapat menjelaskan cara kerja dasar perangkat IoT.	2.38	3.41	1.03
2	Saya pernah menggunakan perangkat atau alat berbasis IoT.	2.79	3.18	0.38
3	Saya memiliki pengalaman merakit alat dengan sensor seperti suhu, gerak, atau jarak.	2.67	3.33	0.67
4	Saya mampu menggunakan aplikasi/platform untuk memantau perangkat IoT (misalnya Blynk, Arduino IDE, dsb)	2.13	3.18	1.05
5	Saya ingin belajar lebih dalam tentang praktik penerapan IoT.	3.92	4.21	0.28
	Rata-rata	2.778	3.462	0.68

Hasil evaluasi keterampilan peserta dalam menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) menunjukkan adanya peningkatan pada seluruh indikator setelah pelaksanaan kegiatan. Rata-rata skor keterampilan peserta meningkat dari 2,778 pada pretes menjadi 3,462 pada posttest, dengan peningkatan rata-rata sebesar 0,68 poin. Peningkatan tertinggi terdapat pada kemampuan menggunakan aplikasi atau platform untuk memantau perangkat IoT, yang meningkat dari 2,13 menjadi 3,18 atau sebesar 1,05 poin. Selanjutnya, kemampuan menjelaskan cara kerja dasar perangkat IoT meningkat dari 2,38 menjadi 3,41 atau sebesar 1,03 poin.

Hasil analisis uji t berpasangan menunjukkan nilai $t(4) = 4{,}344$ dengan nilai $p = 0{,}0122$. Karena $p < 0{,}05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian, terdapat perbedaan yang signifikan antara skor pretes dan posttest keterampilan peserta dalam menggunakan IoT. Nilai Cohen's d sebesar 1,94 menunjukkan ukuran efek yang sangat besar, sehingga peningkatan yang terjadi tidak hanya signifikan secara statistik tetapi juga memiliki makna praktis yang kuat.

Karena skala penilaian adalah **1–5**, N-Gain dapat dihitung menggunakan skor maksimum 5.

$$N - Gain = \frac{Posttest - Pretest}{5 - Pretest}$$

Berdasarkan rata-rata:

$$N - Gain = \frac{3{,}462 - 2{,}778}{5 - 2{,}778}$$

$$N - Gain = \frac{0{,}684}{2{,}222}$$

$$= 0{,}308$$

Jadi: N-Gain = 0,31 dengan demikian, peningkatan keterampilan IoT berdasarkan N-Gain berada pada kategori sedang, meskipun berada sangat dekat dengan batas bawah kategori sedang.

Analisis N-Gain menghasilkan nilai sebesar 0,31 yang berada pada kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran atau pelatihan memberikan peningkatan keterampilan IoT peserta dengan tingkat peningkatan yang cukup baik. Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa kegiatan mampu meningkatkan keterampilan peserta, khususnya dalam memahami cara kerja dasar IoT dan menggunakan aplikasi atau platform untuk pemantauan perangkat IoT.

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v10i5.29435

3. Evaluasi Pelatihan pengelolaan Sampah

Data yang terkumpul berasal dari 96 responden. Setiap responden memiliki jawaban lengkap untuk 22 butir pertanyaan pada pretest dan posttest, sehingga terdapat pasangan data yang dapat dibandingkan secara langsung. Data jawaban Ya/Tidak kemudian dikonversi menjadi skor dikotomis. Jawaban yang sesuai dengan kunci jawaban diberi skor 1, sedangkan jawaban yang tidak sesuai diberi skor 0. Dengan demikian, skor maksimum yang dapat diperoleh setiap peserta adalah 22 dan skor minimum adalah 0.

Tabel 3. Tabel Analisis

Analisis	Pretest	Posttest
N	96	96
Mean skor	**11,17**	**15,90**
SD	8,12	5,79
Minimum	1	3
Maksimum	21	21

Terjadi peningkatan rata-rata sebesar 4,73 poin, atau sekitar 21,50 poin persentase.

Tabel 4. Kesimpulan Analisis

Statistic	Value
r tabel (α=0,05; df=94)	0,200627223
KR-20 Pretest	0,964887791
KR-20 Posttest	0,920750054
Paired t	8,385158832
Paired t Sig.	4,61605E-13
Wilcoxon W	0
Wilcoxon Sig.	6,97261E-14
Cohen dz	0,85580669
Mean N-Gain	0,353789899
Aggregate N-Gain	0,436538462

Reliabilitas

1. KR-20 Pretest = 0,965 → sangat tinggi
2. KR-20 Posttest = 0,921 → sangat tinggi

Jadi secara keseluruhan instrumen menunjukkan konsistensi internal yang sangat baik.

Uji Validitas Instrumen

Uji validitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana setiap butir pertanyaan mampu mengukur konstruk yang hendak diukur. Karena data berbentuk dikotomis, validitas butir dianalisis menggunakan korelasi point-biserial atau corrected item-total correlation.Dengan jumlah responden sebanyak 96 orang, nilai r tabel pada taraf signifikansi 5% dengan derajat bebas 94 berada sekitar 0,201. Suatu butir dinyatakan valid apabila nilai korelasi lebih besar daripada r tabel dan nilai signifikansinya kurang dari 0,05.

Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menentukan metode statistik inferensial yang paling sesuai untuk membandingkan skor pretest dan posttest. Uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk. Hasil analisis menunjukkan bahwa skor pretest memiliki nilai W sebesar 0,800 dengan $p < 0,001$. Skor posttest memiliki nilai W sebesar 0,783 dengan $p < 0,001$. Selisih skor antara posttest dan pretest juga memiliki nilai W sebesar 0,792 dengan $p < 0,001$.

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v10i5.29435

Karena seluruh nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, maka data tidak berdistribusi normal. Oleh sebab itu, analisis perbedaan pretest dan posttest secara utama menggunakan uji nonparametrik Wilcoxon Signed-Rank Test.

Analisis Perbedaan Pretest dan Posttest

1. Paired Sample t-Test

Sebagai analisis tambahan, dilakukan paired sample t-test untuk melihat perubahan rata-rata skor pretest dan posttest. Hasil analisis menunjukkan nilai t(95) = 8,385 dengan nilai signifikansi p < 0,001. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara skor pretest dan posttest. Rata-rata skor peserta setelah mengikuti kegiatan lebih tinggi dibandingkan sebelum mengikuti kegiatan. Meskipun demikian, karena hasil uji normalitas menunjukkan data tidak berdistribusi normal, hasil paired t-test digunakan sebagai analisis pendukung, sedangkan pengujian utama didasarkan pada uji Wilcoxon.

2. Wilcoxon Signed-Rank Test

Uji Wilcoxon Signed-Rank digunakan sebagai analisis utama karena data tidak memenuhi asumsi normalitas. Hasil pengujian menunjukkan nilai W = 0 dengan p < 0,001. Dengan demikian, terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara skor pretest dan posttest. Arah perubahan menunjukkan bahwa skor posttest secara umum lebih tinggi dibandingkan skor pretest. Hasil tersebut memberikan bukti bahwa kegiatan pelatihan yang dilakukan berkaitan dengan peningkatan pengetahuan peserta mengenai materi yang diberikan.

4. Tahap Dokumentasi dan Penyebarluasan Hasil

Menyusun laporan mengenai hasil dan dampak dari program ini sebagai bahan evaluasi, Membagikan informasi keberhasilan program melalui media sosial sekolah atau forum akademik, Mendorong sekolah lain untuk mengadopsi konsep ini sebagai bagian dari edukasi lingkungan.

5. Keberlanjutan Program

Program ini dapat diintegrasikan ke dalam mata pelajaran seperti IPA, Teknologi dan Rekayasa, serta Prakarya untuk meningkatkan keterampilan teknis siswa, guru dapat menggunakan tempat sampah cair otomatis, Pemanfaatan produk hasil pelatihan yaitu POC dan Eco-Enzim yang dihasilkan dapat digunakan secara langsung oleh sekolah untuk pemeliharaan taman, kebersihan, dan kegiatan lingkungan,Hasil produksi berlebih bisa dijadikan produk kewirausahaan siswa sehingga memberi nilai tambah ekonomi.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui pelatihan Internet of Things (IoT), penerapan tempat sampah berbasis sensor, serta pengolahan sampah organik menjadi Pupuk Organik Cair (POC) dan eco-enzim telah berhasil meningkatkan kompetensi guru dan siswa SMPN 19 Kota Bengkulu. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pemahaman peserta tentang IoT meningkat dari rata-rata 3,18 menjadi 4,11 dengan peningkatan sebesar 0,93 poin dan N-Gain sebesar 0,51 yang termasuk kategori sedang. Pada aspek keterampilan IoT, rata-rata skor meningkat dari 2,78 menjadi 3,46 atau meningkat sebesar 0,68 poin, dengan N-Gain sebesar 0,31. Hasil uji statistik juga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada keterampilan IoT sebelum dan sesudah pelatihan (t(4) = 4,344; p = 0,0122) dengan ukuran efek yang sangat besar (Cohen's d = 1,94). Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran melalui presentasi, demonstrasi, dan praktik langsung mampu memperkuat pemahaman dan keterampilan peserta dalam mengenal serta menerapkan teknologi IoT.

Pada aspek pengelolaan sampah, evaluasi terhadap 96 responden menunjukkan peningkatan skor rata-rata dari 11,17 pada pretest menjadi 15,90 pada posttest, atau meningkat sebesar 4,73 poin (21,50 poin persentase). Uji Wilcoxon menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara hasil pretest dan posttest (W = 0; p < 0,001), dengan ukuran efek Cohen's dz sebesar 0,856 yang menunjukkan efek besar. Nilai N-Gain rata-rata individual sebesar 0,354 dan N-Gain berdasarkan skor kelompok sebesar 0,437, keduanya berada dalam kategori sedang. Secara

keseluruhan, kegiatan ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi IoT dengan edukasi dan praktik pengolahan sampah organik dapat menjadi model pembelajaran kontekstual yang meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran lingkungan peserta. Keberlanjutan program dapat dilakukan dengan mengintegrasikan kegiatan ke dalam pembelajaran sekolah serta memanfaatkan tempat sampah otomatis, POC, dan eco-enzim sebagai media praktik dan penguatan budaya lingkungan berkelanjutan di sekolah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada **Kementerian Sains dan Teknologi (KemenSaintek)** yang telah memberikan dukungan finansial terhadap kegiatan pengabdian masyarakat ini. Bantuan yang diberikan sangat berperan penting dalam kelancaran pelaksanaan kegiatan dengan judul *"Peningkatan Kompetensi Guru dan Siswa dengan Pelatihan IoT, Pembuatan POC dan Eco-Enzim dari Sampah "di SMPN 19 Kota Bengkulu*. Dukungan tersebut tidak hanya membantu dari sisi pendanaan, tetapi juga memberikan motivasi bagi penulis untuk terus berkontribusi dalam pengembangan pendidikan, inovasi teknologi, dan pelestarian lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Bano, A., Din, I. U., & Al-huqail, A. A. (2020). *AIoT-Based Smart Bin for Real-Time Monitoring and Management of Solid Waste*. *2020*. https://doi.org/10.1155/2020/6613263

Boateng, S., Boakye-ansah, D., Baah, A., Aboagye, B., & Kyeremeh, P. A. (2023). *Solid Waste Management Practices and Challenges in Rural and Urban Senior High Schools in Ashanti Region , Ghana*. *2023*.

Diana, E., Tonadi, E., & Sefrus, T. (2024). Early Waste Education for Elementary School Students with Animation Videos. *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *8*(3), 854–862. https://doi.org/10.31849/dinamisia.v8i3.16669

Indraswanti, I. E., & Ridwan, M. (2022). *Pemanfaatan Limbah Organik Rumah Tangga Untuk Pembuatan Eco- Enzyme*. *1*(September), 177–190.

Kechasov, D., Verheul, M. J., Paponov, M., & Panosyan, A. (2021). *Organic Waste-Based Fertilizer in Hydroponics Increases Tomato Fruit Size but Reduces Fruit Quality*. *12*(June), 1–20. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.680030

Mangera, Y. (2023). *Pelatihan Pemanfaatan Limbah Sagu Sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Organik dengan Bioreaktor Bsfl pada Kelompok Tani " Dwitrap " Kampung Tambat Kabupaten Merauke*. *2*(2), 213–220. https://doi.org/10.55123/abdikan.v2i2.1760

Purnami, W. (2020). *Pengelolaan sampah di lingkungan sekolah untuk meningkatkan kesadaran ekologi siswa*. *9*(2), 110–116. https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i2.50083

Qolbiyah, N. S., Suratman, F. Y., Patriananda, T., Kirana, T. P., Nelson, G., & Sari, N. (2025). *Pelatihan Internet Of Things Berbasis Stem Untuk*. *9*(4), 1–8.

Santos, M., Carlos, V., Moreira, A. A., Santos, M., Carlos, V., & Moreira, A. A. (2024). Towards interdisciplinarity with STEAM educational strategies : the Internet of Things as a catalyser to promote participatory citizenship Towards interdisciplinarity with STEAM educational strategies : the Internet of Things as a catalyser to promote participatory citizenship. *Educational Media International*, *60*(3–4), 274–291. https://doi.org/10.1080/09523987.2023.2324581

Sheng, T. J. I., Islam, M. S., Misran, N., Baharuddin, M. H., Arshad, H., Chowdhury, M. E. H., Rmili, H., & Islam, M. T. (2020). *An Internet of Things Based Smart Waste Management System Using LoRa and Tensorflow Deep Learning Model*. *8*, 148793–148811. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3016255

Sosunova, I., & Porras, J. (2025). IoT-Enabled Smart Waste Management Systems for Smart Cities : A Systematic Review. *IEEE Access*, *10*(June 2022), 73326–73363. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3188308

Suvarnamma, A., Adi, J., Jonoadji, N., Sugondo, A., Mangera, Y., Kechasov, D., Verheul, M. J., Paponov, M., Panosyan, A., Indraswanti, I. E., Ridwan, M., Akuntansi, P., Ekonomi, F., Nasional, U. P.,

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v10i5.29435

Adel, A., Arthur, M. P., Pandey, S. S. A., Bano, A., Din, I. U., … Lou, S. (2020). Organic Waste-Based Fertilizer in Hydroponics Increases Tomato Fruit Size but Reduces Fruit Quality. *Cleaner Engineering and Technology*, *10*(2), 100348. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3016255

Yeh, C., Cheng, Y., & Lou, S. (2020). *An Internet of Things (IoT) Maker Curriculum for Primary School Students : Develop and Evaluate*. *10*(12). https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.12.1475

Yusuf, R., & Fajri, I. (2022). Heliyon Differences in behavior , engagement and environmental knowledge on waste management for science and social students through the campus program. *Heliyon*, *8*(June 2021), e08912. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08912