

PENINGKATAN KEBERDAYAAN MASYARAKAT MELALUI IMPLEMENTASI TEKNOLOGI HOT STIRRER - IOT UNTUK MENGOLAH LIMBAH ORGANIK MENJADI PEMBERSIH SEPATU

Vera Noviana Sulistyawan^{1*}, Maharani Kusumaningrum², Ima Winaningsih³,
Febry Putra Rochim⁴, Lambang Setyo Utomo⁵, Faizal Ghozali Abas⁶,
Very Mareta Rahmawati Sulistyawan⁷, Muhammad Abyan Nizar Muntashir⁸
^{1,4,5,6,8}Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
^{2,3,7}Teknik Kimia, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
veranovianas@mail.unnes.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Pertumbuhan populasi dan perubahan gaya hidup menyebabkan peningkatan volume limbah, menciptakan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesejahteraan masyarakat. Dalam pengabdian ini, tim pengabdian mengimplementasikan teknologi Hot Stirrer berbasis IoT untuk limbah organik menjadi pembersih sepatu. Tujuan utama kegiatan ini adalah meningkatkan keberdayaan masyarakat. Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian berfokus pada pendekatan kolaboratif dan partisipatif, yang mencakup kegiatan pelatihan dan penyuluhan kepada masyarakat. Kegiatan ini memberikan peningkatan terhadap pengetahuan, kesadaran, dan motivasi masyarakat Desa Sabranglor untuk memanfaatkan limbah menjadi sesuatu yang memiliki nilai ekonomi sebanyak 46,7%. Hasil angket menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian ini bermanfaat bagi masyarakat dengan tingkat kebermanfaatan sebesar 89,4%. Selain itu, kegiatan ini berhasil meningkatkan kebersihan lingkungan sebesar 87,2%. Tingkat pemahaman peserta terhadap cara mengelola limbah sampah organik juga meningkat sebesar 90,6%, dan kemampuan dalam mengoperasikan teknologi Hot Stirrer berbasis IoT untuk pengelolaan limbah organik mencapai 80,6%.

Kata Kunci: Hot Stirrer; IoT; Limbah; Pembersih Sepatu.

Abstract: Population growth and lifestyle changes have led to an increase in waste volume, creating negative impact on the environment and community welfare. In this community service, the community service team implemented IoT-based Hot Stirrer technology for organic waste into shoe cleaners. The main objective of this activity is to increase community empowerment. The method of implementing community service activities focuses on a collaborative and participatory approach, which includes training and outreach activities to the community. This activity provides an increase in the knowledge, awareness, and motivation of the Sabranglor Village community to use waste into something that has economic value by 46.7%. The results of the questionnaire showed that this community service activity was beneficial to the community with a level of usefulness of 89.4%. In addition, this activity succeeded in increasing environmental cleanliness by 87.2%. The level of understanding of participants on how to manage organic waste also increased by 90.6%, and the ability to operate IoT-based Hot Stirrer technology for organic waste management reached 80.6%.

Keywords: Hot Stirrer; IoT; Waste; Shoe Cleaner.



Article History:

Received: 15-07-2024

Revised : 06-08-2024

Accepted: 06-08-2024

Online : 12-08-2024



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

A. LATAR BELAKANG

Hot stirrer system tergolong sebagai alat yang umum digunakan di laboratorium dan industri untuk memanaskan dan mengaduk suatu larutan dengan larutan lainnya, sehingga kedua larutan menjadi homogen (Alfita dkk., 2021; Guidote dkk., 2015). Jenis pengaduk (*agitator*) yang digunakan adalah *propeller* yang berfungsi untuk mencampurkan larutan menjadi homogen, serta meratakan suhu yang ada dalam tangki. Sedangkan, teknologi *Internet of things* (IoT) sangat populer untuk diterapkan dalam berbagai sistem (Amity School of Engineering and Technology Lucknow, Amity University Uttar Pradesh, India & Rawat, 2022; Shanzhi Chen dkk., 2014; Sujiwa & Santoso, 2022; Sulistyawan dkk., 2023). *Internet of Things* (IoT) merupakan suatu teknologi yang berfungsi untuk menghubungkan suatu perangkat atau objek dengan internet dengan maksud untuk berkomunikasi, mengontrol, atau monitoring, melalui suatu perangkat *mobile* (Shanzhi Chen dkk., 2014).

Penerapan teknologi *Hot Stirrer* dengan *Internet of Things* (IoT) sangat penting dalam mengontrol dan memonitoring kecepatan dan tingkat pemanasan yang terjadi dalam sistem (Gomathy dkk., 2021; Mujiyanti dkk., 2022; Pongswatd dkk., 2020). Teknologi IoT memungkinkan integrasi sensor dan perangkat pintar untuk mengumpulkan data secara *real-time*, sehingga pengguna dapat mengatur dan menyesuaikan parameter operasi dengan presisi tinggi. Dengan memanfaatkan IoT, sistem *Hot Stirrer* dapat dipantau dari jarak jauh, memberikan notifikasi instan jika terjadi anomali atau kerusakan, serta memungkinkan pengoptimalan proses pemanasan agar lebih efisien dan hemat energi. Penggunaan IoT juga memungkinkan analisis data historis untuk perbaikan dan pemeliharaan preventif, sehingga meningkatkan keandalan dan umur panjang perangkat. Secara keseluruhan, integrasi teknologi IoT dalam sistem *Hot Stirrer* memberikan kontrol yang lebih baik, meningkatkan efisiensi operasional, dan memastikan hasil yang konsisten dan berkualitas tinggi dalam proses pengolahan limbah organik.

Proses peningkatan kapasitas dan kapabilitas individu serta kelompok dalam sebuah komunitas untuk mencapai kemandirian dan kesejahteraan yang berkelanjutan merupakan pengertian dari keberdayaan masyarakat (Habib, 2021). Manfaat keberdayaan masyarakat mencakup peningkatan keterampilan dan pengetahuan, yang memungkinkan masyarakat untuk lebih mandiri dalam mengatasi berbagai tantangan ekonomi, sosial, dan lingkungan (Auliyazahra & Mulyono, 2024). Dengan keberdayaan, masyarakat dapat menciptakan peluang kerja baru, meningkatkan pendapatan, dan memperkuat ikatan sosial melalui kolaborasi dalam berbagai kegiatan komunitas (Dewi dkk., 2023). Selain itu, keberdayaan masyarakat juga mendukung pengelolaan sumber daya alam yang lebih bijak dan berkelanjutan, sehingga dapat meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan secara keseluruhan (Alexander Phuk Tjilen, 2023). Keberdayaan masyarakat tidak hanya memberikan manfaat langsung

kepada individu, tetapi juga memperkuat struktur sosial dan ekonomi komunitas, menciptakan lingkungan yang lebih stabil dan harmonis.

Masalah pengelolaan limbah sampah organik menjadi tantangan serius yang dihadapi banyak komunitas di seluruh dunia (Lasaiba, 2024). Dengan pertumbuhan populasi yang pesat dan perubahan gaya hidup yang modern, volume limbah organik terus meningkat (Putranto, 2023). Limbah organik yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan berbagai masalah lingkungan, seperti pencemaran tanah dan air, serta menghasilkan gas metana yang berkontribusi terhadap perubahan iklim (Hafizah dkk., 2023; Sulistina, 2023; Utami dkk., 2023). Selain itu, akumulasi limbah organik di tempat pembuangan akhir dapat mengganggu estetika lingkungan dan menciptakan masalah sanitasi yang serius (Utami dkk., 2023). Masalah ini tidak hanya berdampak pada kesehatan masyarakat, tetapi juga merugikan potensi ekonomi yang dapat dihasilkan dari pengelolaan limbah yang efektif (Hasanah dkk., 2022; Indartik dkk., 2018). Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif dan berkelanjutan untuk mengubah limbah organik menjadi produk yang bermanfaat, serta meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan limbah yang lebih baik.

Desa Sabranglor, sebuah desa di Kabupaten Klaten yang subur dan dinamis, menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan limbah sampah organik akibat pertumbuhan populasi dan perubahan gaya hidup yang meningkat. Volume limbah yang bertambah menciptakan masalah sanitasi dan berdampak negatif pada lingkungan serta kesejahteraan masyarakat. Selain itu, limbah organik yang tidak dikelola dengan baik juga merugikan potensi ekonomi masyarakat desa. Berdasarkan survei, dari 3.068 penduduk usia produktif, 867 orang bekerja sebagai karyawan harian lepas dengan pekerjaan tidak menentu, 319 adalah ibu rumah tangga, dan 450 belum bekerja, menunjukkan bahwa 53.3% warga masih memiliki potensi yang dapat dimaksimalkan. Sebagian besar luas Desa Sabranglor merupakan persawahan, namun banyak sawah yang terdampak limbah organik dan anorganik, mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan dan produktivitas pertanian. Oleh karena itu, sangat penting untuk meningkatkan keberdayaan masyarakat Desa Sabranglor melalui solusi inovatif seperti penerapan teknologi *Hot Stirrer* berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mengubah limbah sampah organik menjadi cairan pembersih sepatu. Inisiatif ini dipilih berdasarkan dukungan aktif dari masyarakat dan hasil survei awal yang menunjukkan kebutuhan mendesak terkait pengelolaan limbah. Dengan mengadopsi solusi teknologi tersebut, diharapkan dapat mengubah masalah limbah menjadi peluang ekonomi, meningkatkan kesejahteraan, dan menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat. Hal ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif yang berkelanjutan bagi masyarakat Desa Sabranglor dan menjadi model inspiratif untuk solusi serupa di daerah lain.

Kemajuan teknologi pengolahan limbah, baik dengan prinsip kimia maupun biologi, meskipun memberikan hasil memuaskan, sering kali mahal dan menghasilkan limbah berbahaya, sehingga diperlukan rekayasa pengolahan yang lebih ekonomis dan berkelanjutan (Rahim, 2020; Wikaningrum & El Dabo, 2022). Sementara ekonomi kreatif merupakan konsep penting dalam pemberdayaan masyarakat, yang mengedepankan pengembangan kreativitas dan inovasi untuk mencapai pemberdayaan ekonomi yang berkelanjutan (Habib, 2021). Tujuan dan manfaat penyuluhan dalam peningkatan keberdayaan masyarakat adalah untuk memberikan pengetahuan, keterampilan, dan motivasi yang diperlukan agar komunitas dapat mengelola sumber daya mereka secara lebih efektif, meningkatkan kesejahteraan, dan mencapai kemandirian ekonomi yang berkelanjutan (Habib, 2021; Maldin dkk., 2024).

Tujuan utama dari kegiatan pengabdian ini adalah meningkatkan keberdayaan masyarakat Desa Sabranglor melalui implementasi teknologi Hot Stirrer berbasis IoT untuk mengolah limbah sampah organik menjadi cairan pembersih sepatu. Melalui implementasi teknologi *Hot Stirrer* berbasis IoT, diharapkan dapat terwujud tiga hal utama dalam peningkatan keberdayaan, yaitu pengelolaan limbah yang berkelanjutan, pemberdayaan ekonomi masyarakat, serta penyuluhan masyarakat.

B. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Desa Sabranglor, Kecamatan Trucuk, Kabupaten Klaten. Peserta dalam kegiatan ini merupakan masyarakat non produktif Desa Sabranglor. Terdapat 45 orang yang berpartisipasi dalam kegiatan ini. Kegiatan ini mendapat dukungan penuh dari Kepala Desa Sabranglor beserta jajarannya. Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian berfokus pada pendekatan kolaboratif dan partisipatif, yang mencakup kegiatan pelatihan dan penyuluhan kepada masyarakat. Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian yang berfokus pada pendekatan kolaboratif dan partisipatif, mencakup kegiatan pelatihan dan penyuluhan kepada masyarakat, dipilih karena mampu memberdayakan secara menyeluruh dengan melibatkan mereka dalam setiap tahap kegiatan. Pendekatan ini memastikan bahwa masyarakat tidak hanya menjadi penerima manfaat pasif tetapi juga aktif berkontribusi dalam identifikasi masalah, perencanaan solusi, dan pelaksanaan program, sehingga meningkatkan rasa memiliki dan komitmen terhadap keberlanjutan program. Kegiatan pelatihan dan penyuluhan menyediakan pengetahuan dan keterampilan yang dibutuhkan masyarakat untuk memecahkan masalah mereka sendiri secara efektif, sementara kolaborasi dengan berbagai pihak memaksimalkan sumber daya dan keahlian yang tersedia, memastikan bahwa intervensi yang dilakukan sesuai dengan kebutuhan lokal dan memiliki dampak jangka panjang yang positif. Metode ini juga memupuk solidaritas dan kerjasama yang esensial untuk pembangunan

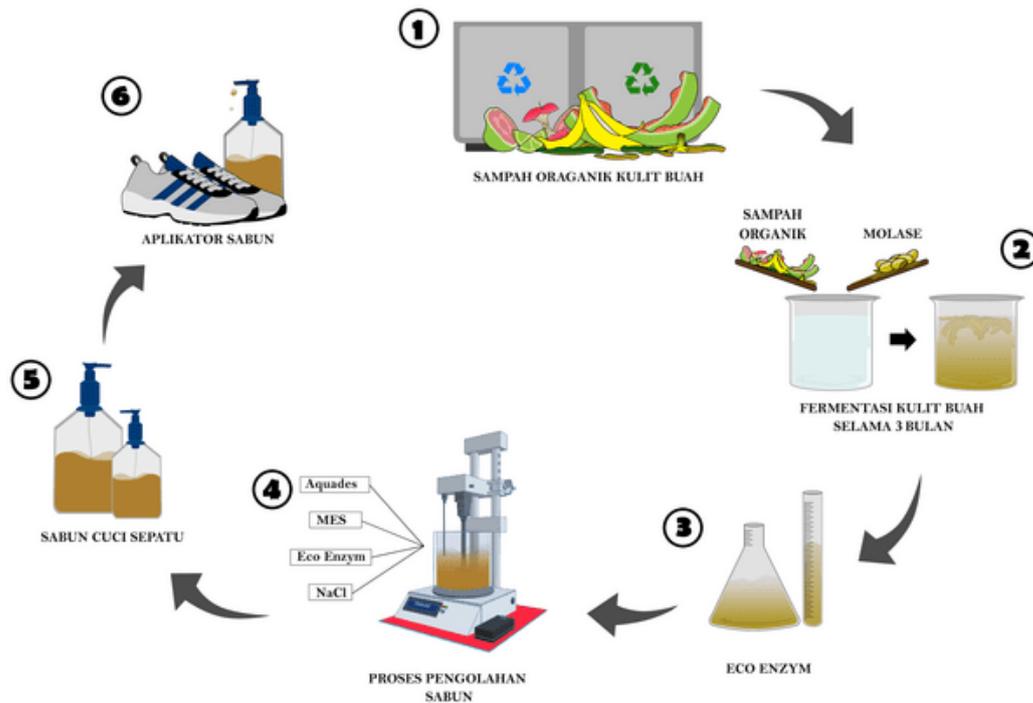
berkelanjutan. Tahapan pelaksanaan pengabdian tertuang pada gambar 2 dimana tahapan tersebut terbagi kedalam empat tahapan, yaitu persiapan, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi, serta pelaporan.

1. Persiapan

Tahapan persiapan kegiatan pengabdian mencakup penyusunan rencana aksi, implementasi teknologi, dan koordinasi pelaksanaan dengan mitra. Rencana aksi, yang melibatkan perangkat desa dan masyarakat Desa Sabranglor, menetapkan strategi dan pemetaan sumber daya yang akan diberdayakan. Selanjutnya, teknologi Hot Stirrer berbasis IoT diimplementasikan untuk mengolah limbah organik menjadi cairan detergen pembersih sepatu. Tahap terakhir adalah koordinasi pelaksanaan dengan pihak desa, termasuk penyelesaian proses administrasi dan pengaturan logistik kegiatan.

2. Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan melibatkan enam kegiatan utama, yaitu implementasi rencana aksi, pengembangan materi pendukung, sosialisasi dan diskusi, pelatihan dan pemberdayaan masyarakat, pendampingan, serta komunikasi dan koordinasi. Tim pengabdian mengikuti rencana aksi yang telah disusun, membuat materi pendukung berupa buku panduan dan video edukatif, mengadakan sosialisasi dan diskusi dengan perangkat Desa, serta membentuk forum untuk masyarakat yang akan diberdayakan. Setelah perangkat Desa memahami prosesnya, tim melaksanakan pelatihan dan pemberdayaan di Desa Sabranglor, dengan fokus pada implementasi teknologi Hot Stirrer berbasis IoT untuk mengolah limbah sampah organik menjadi cairan pembersih sepatu yang tertuang pada Gambar 1.



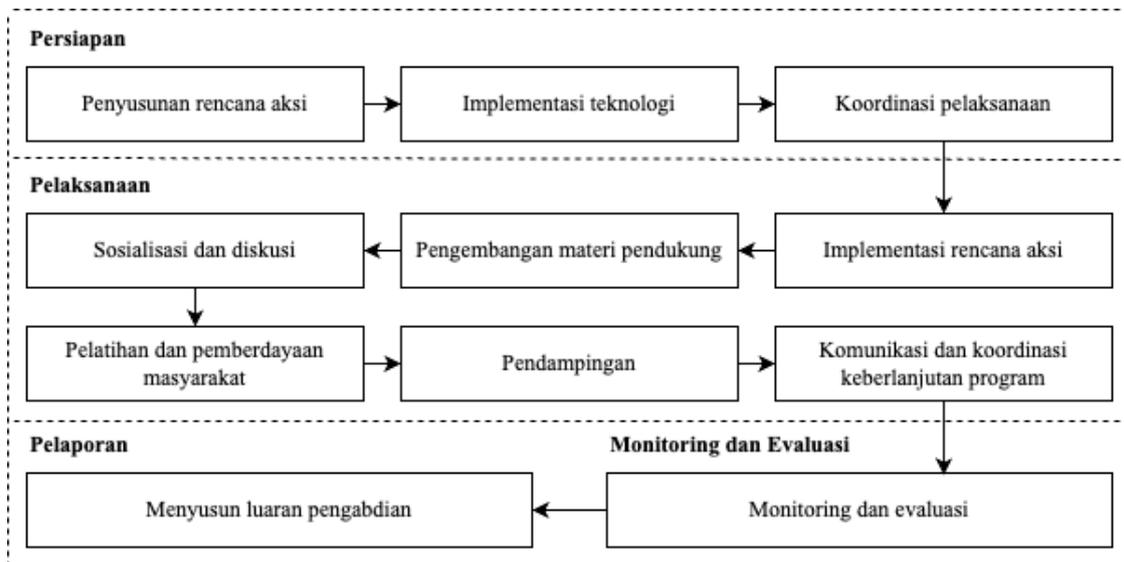
Gambar 1. Tahapan implementasi teknologi Hot Stirrer berbasis IoT untuk mengolah limbah sampah organik menjadi cairan pembersih sepatu

3. Monitoring dan Evaluasi

Setelah kegiatan pelatihan dan pemberdayaan selesai, dilaksanakan kegiatan monitoring dan evaluasi. Dalam kegiatan ini, tim pengabdian melakukan pemantauan terhadap perkembangan kegiatan dan mengevaluasi dampak yang ingin dicapai. Evaluasi dilaksanakan dengan angket. Indikator dan hasil dari tahapan ini tertuang pada Tabel 1.

4. Pelaporan

Dalam tahapan pelaporan, tim pengabdian berfokus pada luaran yang akan dicapai pada kegiatan pengabdian ini.

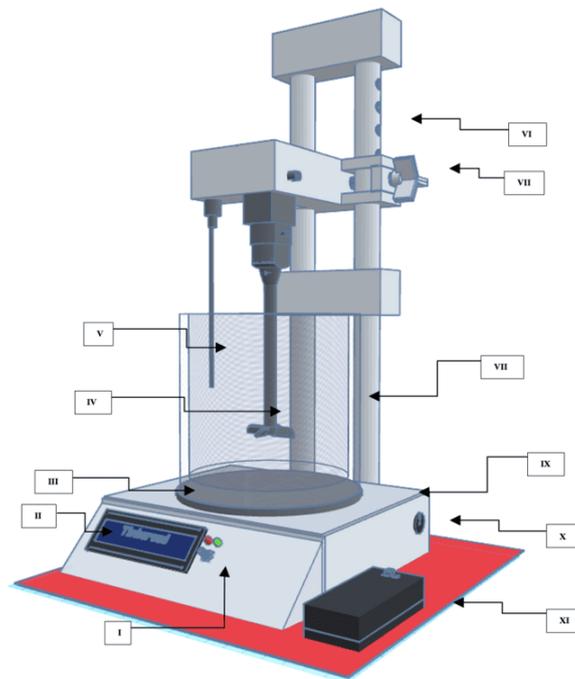


Gambar 2. Diagram Alir Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Persiapan

Dalam tahapan persiapan, telah dilaksanakan tiga kegiatan utama, yaitu penyusunan rencana aksi, implementasi teknologi, dan koordinasi pelaksanaan dengan mitra. Penyusunan rencana aksi ini menghasilkan rencana aksi yang akan digunakan dalam pelaksanaan pengabdian. Penyusunan rencana aksi melibatkan perangkat desa dan masyarakat Desa Sabranglor guna menentukan strategi pelaksanaan kegiatan dan pemetaan sumber daya masyarakat Desa Sabranglor yang akan diberdayakan. Tahapan setelah menyelesaikan rencana aksi adalah implementasi teknologi *Hot Stirrer* berbasis IoT. Desain teknologi tertuang dalam gambar 3. Implementasi teknologi dapat dilihat di gambar 4, nantinya akan memproses limbah organik menjadi cairan detergen pembersih sepatu. Selanjutnya, koordinasi pelaksanaan dengan pihak Desa Sabranglor. Dalam tahapan koordinasi ini, proses administrasi dengan pihak mitra diselesaikan dan disepakati. Proses administrasi meliputi undangan perwakilan masyarakat yang akan diberdayakan, tempat kegiatan, waktu pelaksanaan, dan lain-lain.



Gambar 3. Desain teknologi Hot Stirrer berbasis IoT

Keterangan Gambar 3 adalah sebagai berikut: I adalah Mengatur Kecepatan Motor; II adalah Indikator Monitoring; III adalah Heater sebagai Pemanas Temperatur; IV adalah Pengaduk bahan; V adalah Sensor Mendeteksi Temperatur; VI adalah Linear Shaft/Besi AS penyanggah; VII adalah Pengunci; VIII adalah Gelas Beker Pyrex 2000; IX adalah Box; X adalah Buzzer alarm; dan XI adalah Power Supply.



Gambar 4. Inovasi teknologi *Hot Stirrer* – IoT

2. Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Sabranglor dimulai dengan implementasi rencana aksi yang telah dirancang secara komprehensif. Tahap awal melibatkan analisis dan persiapan, di mana tim pengabdian melakukan survey lapangan untuk mengidentifikasi sumber dan volume limbah organik serta penilaian kebutuhan teknologi Hot Stirrer berbasis IoT. Data yang diperoleh dari survey ini sangat penting dalam menentukan langkah-langkah selanjutnya yang lebih spesifik dan tepat sasaran.

Selanjutnya, dilakukan pengembangan materi pendukung, termasuk panduan penggunaan teknologi, modul pelatihan, serta video edukatif untuk masyarakat. Materi dirancang untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang pengelolaan limbah organik dan penggunaan teknologi Hot Stirrer berbasis IoT. Sosialisasi dan diskusi pada gambar 5 dilaksanakan untuk memperkenalkan program ini kepada perangkat Desa Sabranglor. Pertemuan ini mendapat sambutan positif dari perangkat Desa Sabranglor, yang menunjukkan antusiasme serta dukungan yang luar biasa untuk keberlangsungan program ini, seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sosialisasi dan Diskusi Kegiatan Pengabdian

Pelatihan dan pemberdayaan masyarakat menjadi kegiatan berikutnya, di mana masyarakat diberikan pelatihan praktis tentang cara mengolah limbah secara konvensional serta dengan teknologi *Hot Stirrer* – IoT. Masyarakat diberikan pelatihan cara mengoperasikan teknologi Hot Stirrer dan memanfaatkan IoT untuk monitoring dan pengendalian sistem terlihat pada gambar 6. Pelatihan ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis warga, tetapi juga membangun rasa memiliki dan tanggung jawab terhadap keberhasilan program ini. Sistem IoT yang terintegrasi memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses secara real-time, memberikan kemudahan dan efisiensi dalam pengelolaan limbah organik. Pendampingan intensif dilakukan oleh tim pengabdian untuk memastikan bahwa masyarakat mampu mengoperasikan dan memelihara sistem dengan baik.

Komunikasi dan koordinasi keberlanjutan menjadi bagian penting dalam tahap akhir pelaksanaan. Tim pengabdian secara rutin berkomunikasi dengan warga untuk memonitor perkembangan, memberikan dukungan teknis, dan menyelesaikan masalah yang mungkin timbul. Koordinasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa program dapat berjalan berkelanjutan dan memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat Desa Sabranglor.

Hasil dari kegiatan ini menunjukkan bahwa dengan penerapan teknologi yang tepat dan pemberdayaan masyarakat yang efektif, Desa Sabranglor mampu mengelola limbah organiknya dengan lebih efisien. Harapan kedepannya adalah bisa meningkatkan kesejahteraan ekonomi, dan menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat. Diskusi dengan masyarakat menunjukkan peningkatan kesadaran dan partisipasi aktif dalam menjaga lingkungan, serta keinginan untuk terus mengembangkan teknologi ini untuk manfaat yang lebih luas. Evaluasi dan pelaporan akhir menegaskan bahwa program ini tidak hanya berhasil mencapai tujuannya, tetapi juga memiliki potensi untuk diadopsi oleh komunitas lain dengan tantangan serupa.



Gambar 6. Pelatihan dan Pemberdayaan Masyarakat

3. Monitoring dan Evaluasi

Kegiatan monitoring dan evaluasi dalam program pengabdian kepada masyarakat di Desa Sabranglor dilakukan secara sistematis untuk memastikan bahwa setiap tahapan berjalan sesuai dengan rencana dan mencapai hasil yang diharapkan. Monitoring dilakukan secara berkala dengan beberapa metode, antara lain kunjungan lapangan, pengumpulan data, dan wawancara dengan warga yang terlibat.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Kegiatan Pengabdian

No	Aspek evaluasi	Persentase
Sebelum kegiatan pengabdian kepada Masyarakat di Desa Sabranglor		
1	Tingkat pengetahuan, kesadaran, dan motivasi masyarakat Desa Sabranglor mengenai pengelolaan limbah sampah organik.	41,6%
Setelah kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Sabranglor		
1	Tingkat pengetahuan, kesadaran, dan motivasi masyarakat untuk untuk memanfaatkan limbah menjadi sesuatu yang memiliki nilai ekonomi.	88,3%
2	Tingkat peningkatan kebersihan lingkungan.	87,2%
3	Tingkat kebermanfaatan yang dirasakan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat.	89,4%
4	Tingkat pemahaman masyarakat terhadap tata cara mengelola limbah sampah organik.	90,6%
5	Tingkat kemampuan mengoperasikan teknologi <i>Hot Stirrer</i> berbasis IoT untuk pengelolaan limbah sampah organik.	80,6%

Hasil evaluasi tertuang pada Tabel 1 hasil angket menunjukkan bahwa tingkat pengetahuan, kesadaran, dan motivasi masyarakat Desa Sabranglor mengenai pengelolaan limbah sampah organik meningkat yang awalnya hanya 41,6% menjadi 88,3%. Terdapat peningkatan kebersihan lingkungan sebesar 87,2%. Tingkat kebermanfaatan yang dirasakan oleh masyarakat Desa Sabranglor dalam kegiatan pengabdian ini adalah 89,4%. Pemahaman masyarakat mengenai tata cara pengelolaan limbah sampah organik meningkat menjadi 90,6%. Serta 80,6% peserta pengabdian mampu menggunakan dan mengoperasikan teknologi *Hot Stirrer* berbasis IoT untuk mengolah limbah sampah organik.

4. Pelaporan

Luaran pengabdian kepada masyarakat ini menghasilkan beberapa keluaran penting yang terwujud dalam bentuk laporan akhir yang komprehensif. Laporan akhir ini mencakup berbagai aspek mulai dari implementasi program, hasil yang dicapai, analisis data, hingga rekomendasi untuk keberlanjutan program.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian ini menunjukkan bahwa tujuan utama untuk meningkatkan keberdayaan masyarakat Desa Sabranglor melalui implementasi teknologi *Hot Stirrer* berbasis IoT dalam mengolah limbah sampah organik menjadi cairan pembersih sepatu telah tercapai dengan baik. Kegiatan ini memberikan peningkatan terhadap pengetahuan, kesadaran, dan motivasi masyarakat untuk untuk memanfaatkan limbah menjadi sesuatu yang memiliki nilai ekonomi dari yang sebelumnya 41,6% menjadi 88,3%. Hasil angket menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian ini bermanfaat bagi masyarakat dengan tingkat kebermanfaatan sebesar 89,4%. Selain itu, kegiatan ini berhasil meningkatkan kebersihan lingkungan

sebesar 87,2%. Tingkat pemahaman peserta terhadap cara mengelola limbah sampah organik juga meningkat sebesar 90,6%, dan kemampuan dalam mengoperasikan teknologi *Hot Stirrer* berbasis IoT untuk pengelolaan limbah organik mencapai 80,6%.

Untuk tindakan lanjutan, disarankan untuk mengeksplorasi potensi produk lain yang dapat dihasilkan dari pengolahan limbah organik. Selain itu, penerapan program serupa di bidang lain, seperti pengelolaan limbah anorganik atau pengembangan produk ramah lingkungan, dapat menjadi fokus pengabdian terapan berikutnya. Melibatkan lebih banyak komunitas dan memperluas jangkauan program ke desa-desa lain juga akan meningkatkan dampak positif yang lebih luas dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Semarang yang telah mendanai kegiatan pengabdian ini sehingga terlaksana dengan baik. Kami juga menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh tim pengabdian yang telah bekerja keras dan berdedikasi dalam menyukseskan program ini. Ucapan terima kasih yang tulus kami sampaikan kepada pihak-pihak yang mendukung terlaksananya program ini, termasuk masyarakat Desa Sabranglor yang berpartisipasi aktif dan memberikan dukungan penuh selama pelaksanaan kegiatan. Kontribusi dan kerjasama semua pihak sangat berharga dalam mencapai tujuan dan keberhasilan program ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Alexander Phuk Tjilen, R. F. Y. W. (2023). Optimalisasi Potensi Desa Wisata Melalui Manajemen Pengelolaan Yang Berkelanjutan: Kontribusi Bagi Kesejahteraan Masyarakat Lokal. *Nanggroe: Jurnal Pengabdian Cendikia*, 2(6), 38–49. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.8373947>
- Alfita, R., Ibadillah, A. F., & Laksono, D. T. (2021). Hotplate Magnetic Stirrer Automatic Heat Control and Water Velocity Based on PID (Proportional Integral Derivative). *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(1), 1–6.
- Amity School of Engineering and Technology Lucknow, Amity University Uttar Pradesh, India, & Rawat, A. (2022). Recent Trends in IoT: A review. *Journal of Management and Service Science (JMSS)*, 2(2), 1–12. <https://doi.org/10.54060/jmss.v2i2.21>
- Auliyaaazahra, A., & Mulyono, S. E. (2024). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Produksi Batik Pring Sedapur Di KUBE (Kelompok Usaha Bersama) Mukti Rahayu Kabupaten Magetan. *BERSATU: Jurnal Pendidikan Bhinneka Tunggal Ika*, 2(3), 214–224.
- Dewi, K., Krisdiyanto, A., & Sukarma, I. K. (2023). Mengatasi Masalah Pengangguran Melalui Pelatihan Keterampilan Berbasis Komunitas. *Communnity Development Journal*, 4(4), 8448–8454.
- Gomathy, D. C. K., Durga, L., & Sravvani, K. N. (2021). The Espresso Tea Maker With IoT. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (JSREM)*, 05(10), 1–7.

- Guidote, A. M., Pacot, G. M. M., & Cabacungan, P. M. (2015). Low-Cost Magnetic Stirrer from Recycled Computer Parts with Optional Hot Plate. *Journal of Chemical Education*, 92(1), 102–105. <https://doi.org/10.1021/ed500153r>
- Habib, M. A. F. (2021). Kajian Teoritis Pemberdayaan Masyarakat Dan Ekonomi Kreatif. *Ar Rehla: Journal of Islamic Tourism*, 1(2), 82–110. <https://doi.org/10.21274/ar-rehla.v1i2.4778>
- Hafizah, A., Pratiwi, D. A., Nuzlan, D. N. R., & Hasibuan, A. (2023). Analisis Dampak Sistem Pengelolaan Sampah Tpa Terjun Di Kota Medan. *Zahra: Journal Of Health And Medical Research*, 3(3), 320–329.
- Hasanah, A., Putri, E. I. K., & Ekayani, M. (2022). Kerugian Ekonomi Dari Sisa Makanan Konsumen Di Rumah Makan Dan Potensi Upaya Pengurangan Sampah Makanan. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 6(1), 45–58. <https://doi.org/10.36813/jplb.6.1.45-58>
- Indartik, I., Yosefi Suryandari, E., Djaenudin, D., & Aulia Pribadi, M. (2018). Penanganan Sampah Rumah Tangga Di Kota Bandung: Nilai Tambah Dan Potensi Ekonomi. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 15(3), 195–211. <https://doi.org/10.20886/jpsek.2018.15.3.195-211>
- Lasaiba, M. A. (2024). Strategi Inovatif untuk Pengelolaan Sampah Perkotaan: Integrasi Teknologi dan Partisipasi Masyarakat. *GEOFORUM Jurnal Geografi dan Pendidikan Geografi*, 3(1), 1–19. <https://doi.org/10.30598/geoforumvol3iss1pp1-19>
- Maldin, S. A., Silitonga, F., Sianipar, B., Kartika Cahayani, Senop Putra Perwira, Ayu Dara Tista, & Ardiansyah Saputra. (2024). Penyuluhan Penggunaan Dan Pemanfaatan Sosial Media Bagi Masyarakat Pulau Lance Batam. *Jurnal Keeker Wisata*, 2(2), 127–140. <https://doi.org/10.59193/jkw.v2i2.247>
- Mujiyanti, S. F., Aisyah, P. Y., Salsabilla, A. F., Darmawan, T. R., & Rohid, A. (2022). IoT-based for Monitoring and Control System of Composter to Accelerate Production Time of Liquid Organic Fertilizer. *IPTEK The Journal of Engineering*, 8(2), 49–55. <https://doi.org/10.12962/j23378557.v8i2.a14081>
- Pongswatd, S., Smerpitak, K., & Thepmanee, T. (2020). *Smart Coffee Vending Machine Based on IoT Concept* (04). International Journal of Innovative Computing, Information and Control. <https://doi.org/10.24507/ijicic.16.04.1441>
- Putranto, P. (2023). Prinsip 3R: Solusi Efektif untuk Mengelola Sampah Rumah Tangga. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(5), 8591–8605.
- Rahim, M. (2020). Strategi Pengelolaan Sampah Berkelanjutan. *Jurnal Sipil Sains*, 10(1), 31–40.
- Shanzhi Chen, Hui Xu, Dake Liu, Bo Hu, & Hucheng Wang. (2014). A Vision of IoT: Applications, Challenges, and Opportunities With China Perspective. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(4), 349–359. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2337336>
- Sujiwa, A., & Santoso, I. (2022). Automatic Coffee Maker Machine Based on Internet of Things (IoT). *BEST: Journal of Applied Electrical, Science, & Technology*, 4(1), 1–5. <https://doi.org/10.36456/best.vol4.no01.5343>
- Sulistina, E. (2023). Lingkungan Hijau: Strategi Penyelesaian Masalah Sampah. *Jurnal Mahasiswa Humanis*, 3(3), 131–140. <https://doi.org/10.37481/jmh.v3i3.614>
- Sulistiyawan, V. N., Salim, N. A., Abas, F. G., & Aulia, N. (2023). Parking Tracking System Using Ultrasonic Sensor HC-SR04 and NODEMCU ESP8266 Based IoT. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1203(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1203/1/012028>
- Utami, A. P., Pane, N. N. A., & Hasibuan, A. (2023). Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga Terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup. *Cross-Border: Journal of International Border Studies, Diplomacy, and International Relations*, 6(2), 1107–1112.

Wikaningrum, T., & El Dabo, M. (2022). Eco-Enzyme Sebagai Rekayasa Teknologi Berkelanjutan Dalam Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 7(1), 53–64. <https://doi.org/10.25105/pdk.v7i1.10738>