

Smart Eco Waste Hub Berbasis IoT: Mendorong Green Economy di Limau Manis Selatan

¹⁾ Resmi Darni*, ²⁾ Sri Rizki Putri Primandari, ³⁾ Nita Sofia

¹⁾Program Pendidikan Informatika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

²⁾Program Teknik Mesin, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

³⁾ Program Studi Pendidikan Ekonomi, Universitas Negeri Padang, Indonesia

Email Corresponding: resmidarni@ft.unp.ac.id*

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Kata Kunci: Daur Sampah Teknologi Smart Eco Waste Hub Bank Sampah Recyclable Waste	Kelurahan Limau Manis Selatan, Kota Padang, menghadapi permasalahan pengelolaan sampah yang serius, dengan kontribusi 42% dari total sampah kota, rendahnya kesadaran masyarakat memilah sampah, dan infrastruktur bank sampah yang belum optimal. Program pengabdian masyarakat bertajuk "Pemberdayaan Masyarakat Melalui Smart Eco Waste Hub berbasis IoT" dirancang untuk mengatasi tantangan ini melalui teknologi dan edukasi. Inovasi utama berupa mesin pencacah plastik berhasil meningkatkan volume sampah plastik olahan hingga 25% per bulan, sementara seminar tentang ekonomi sirkular dan pengelolaan bank sampah meningkatkan pengetahuan peserta, memotivasi implementasi teknologi, dan meningkatkan kesadaran memilah sampah dari 20% menjadi 35%. Program ini juga menghasilkan peningkatan pendapatan bank sampah sebesar 25% per bulan, keterampilan masyarakat dalam memproduksi barang daur ulang seperti eco enzyme, publikasi di media elektronik, dan video dokumentasi di kanal YouTube. Hasil-hasil ini menunjukkan keberhasilan program dalam mendukung pengelolaan sampah berkelanjutan serta mendorong penerapan ekonomi hijau di Limau Manis Selatan.
Keywords: Waste Recycling Technology Smart Eco Waste Hub Waste Bank Recyclable Waste	Limau Manis Selatan, a sub-district in Padang City, faces serious waste management issues, contributing 42% of the city's total waste. The challenges include low public awareness of waste segregation and suboptimal waste bank infrastructure. A community service program titled "Empowering Communities Through an IoT-Based Smart Eco Waste Hub" was designed to address these issues through technology and education. The main innovation, a plastic shredding machine, successfully increased the volume of recycled plastic waste by 25% per month. Additionally, a seminar on circular economy and waste bank management enhanced participants' knowledge, encouraged the implementation of technology, and boosted waste segregation awareness from 20% to 35%. The program also led to a 25% monthly increase in waste bank revenue, improved community skills in creating recycled products such as eco-enzymes, publication in electronic media, and video documentation on the LP2M UNP YouTube channel. These outcomes demonstrate the program's success in promoting sustainable waste management and fostering green economy practices in Limau Manis Selatan.
	This is an open access article under the CC-BY-SA license.
	

I. PENDAHULUAN

Kelurahan Limau Manis Selatan menaungi tiga bank sampah yaitu bank sampah Pondok Permai, Al-Hidayah, dan Sejahtera Bersama serta satu Lembaga Pengelolaan Sampah (LPS) yang saat ini masih aktif beroperasi. Bank sampah dan LPS merupakan mitra non produktif yang terlibat dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini. Beberapa alasan dipilihnya mitra ini adalah untuk mendukung Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Tahun 2019-2024 dari Wali Kota Padang, dimana permasalahan lingkungan dan sosial masyarakat selalu menjadi sorotan pemerintah daerah Darni et al. (n.d.). Disamping itu kondisi Kelurahan Limau Manis Selatan yang berada pada hulu sungai Batang Kuranji selalu menjadi penyumbang 42% sampah dan menjadi penyebab banjir di Kota Padang (Darni et al., n.d.; Dewata et al., 2020). Kelurahan

Limau Manis Selatan dikenal dengan nama Gadut, daerah ini merupakan gabungan kelurahan Koto Baru dan Ulu Gadut dengan luas wilayah 15,96 km². Secara geografis daerah ini memiliki ketinggian 1.300 meter di atas permukaan laut . Daerah ini sangat strategis karena letaknya yang berdekatan dengan kampus UNAND dan UNP cabang Gadut serta kompleks PT Semen Padang, membuat daerah ini menjadi kawasan yang padat penduduk.

Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Padang tahun 2023 mencatat jumlah penduduk di kelurahan ini mencapai 16.563 jiwa yang terdiri 6.760 (Laki-laki) dan 9.803 (Perempuan) yang terbagi kedalam 31 RT dan 8 RW, serta 7.000 KK Dewata et al. (2020) . Tidak sedikit permasalahan sosial yang muncul di daerah ini, seperti permasalahan sampah dan kebersihan, serta polusi udara. Daerah kelurahan Limau Manis Selatan yang berada pada hulu sungai Batang Kuranji selalu menjadi target utama pembersihan sampah karena tumpukan sampah dari daerah ini menjadi penyebab banjir di Kota Padang. Perkembangan daerah dan pertumbuhan penduduk yang pesat juga berdampak kepada volume sampah dan limbah yang dihasilkan oleh masyarakat. Berdasarkan hasil survey, sampah yang ada di kelurahan ini 62% berasal dari sampah rumah tangga, yang didaur ulang hanya mencapai 1,2%, sisanya 60,8% ditangani dengan cara dibakar (Afni Akper Kesdam & Padang, 2018; Darni et al., n.d.; Laveni et al., 2023; Marganof, 2023; Rahmi & Ernawati, 2021). Sehingga menambah deretan permasalahan baru yang berkaitan dengan polusi udara di daerah tersebut , hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengelolaan Sampah yang Belum Tepat Dilokasi Mitra

Hasil sensus ekonomi tahun 2023 juga mencatat tingkat kesejahteraan masyarakat di kelurahan ini masih tergolong rendah dengan persentase 39,09% (Andani & Putri, 2024; Dewata et al., 2020; Dinda et al., 2022). Hal ini dipengaruhi juga oleh beberapa faktor, salah satunya adalah pekerjaan. Sebagian besar penduduk di Kelurahan Limau Manis Selatan bekerja dibidang perdagangan (45%), jasa (35%) dan binatu (20%) (Afni Akper Kesdam & Padang, 2018; Andani & Putri, 2024; Darni et al., n.d.; Dinda et al., 2022; Laveni et al., 2023; Mulia & Putri, 2022; Putri et al., 2022). Kesulitan masyarakat dalam mendapatkan modal usaha dan rumitnya administrasi perbankan, menjadikan pinjaman online ilegal tanpa jaminan sebagai alternatif solusi yang ditempuh. Permasalahan ekonomi dan sampah selalu menjadi tugas berat bagi pemerintah Kota Padang dari masa ke masa, yang belum juga menemukan solusinya.

Pemerintah daerah telah menjalankan beberapa program strategis dalam penanggulangan sampah dan penanganan kemiskinan, diantaranya Program Pengelolaan Sampah Terpadu (PERSATU) dengan mendirikan bank sampah dalam pengelolaan sampah berdaya guna, dan penerapan prinsip ekonomi sirkular dengan mengoptimalkan material dengan konsumsi energi dan sumber daya yang lebih sedikit sebelum dibuang (Ade Silviana et al., 2021; Azmin et al., 2022; Fauziah et al., 2021; Laveni et al., 2023; Marganof, 2023; Putranto, n.d.; Riza et al., 2023). Disamping itu, pemerintah juga melakukan bazar untuk penjualan berbagai produk hasil daur ulang, hal ini dapat terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Program Pemerintah dalam Pengelolaan Sampah Berdaya Guna

Program pengelolaan sampah di Kota Padang, termasuk di Kelurahan Limau Manis Selatan, belum mampu menyelesaikan permasalahan mendasar meski telah berjalan 5 tahun. Faktor-faktor seperti rendahnya kesadaran masyarakat dalam memilah sampah, keterbatasan infrastruktur bank sampah dan TPS3R, serta pengelolaan swadaya tanpa dukungan optimal dari pemerintah menjadi penyebab utama. Akibatnya, volume sampah di TPA Air Dingin terus meningkat karena bank sampah kesulitan mengolah limbah rumah tangga, plastik, dan kaca menjadi barang bernilai guna. Hasil wawancara dengan pihak terkait di Limau Manis Selatan mengidentifikasi empat permasalahan utama: (1) rendahnya kesadaran masyarakat dalam memilah limbah, (2) keterbatasan keterampilan pengelola bank sampah, (3) ketiadaan alat dan teknologi ramah lingkungan, dan (4) kurangnya integrasi informasi bank sampah, menyebabkan ketidakseimbangan distribusi dan pengelolaan sampah.

Melalui skema Program Kemitraan Masyarakat, Universitas Negeri Padang berkomitmen memberikan solusi efektif untuk menyelesaikan permasalahan ini di Kelurahan Limau Manis Selatan. Tujuan dilaksanakannya Program Kemitraan Masyarakat ini adalah untuk mengembangkan tri dharma perguruan tinggi dalam bidang pengabdian kepada masyarakat, dan meningkatkan indeks kinerja utama (IKU) program studi dan universitas khususnya pada IKU 3, 4 dan 5 yaitu jumlah luaran penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang berhasil diterapkan dimasyarakat, serta peningkatan pada IKU 2 yaitu jumlah mahasiswa yang menghabiskan waktu 20 sks di luar kampus melalui program MBKM).

Melalui program kemitraan masyarakat, kegiatan pengabdian ini difokuskan kepada pengembangan teknologi informasi dan komunikasi yang dinamakan Smart Eco Waste Hub. Smart Eco Waste Hub merupakan platform teknologi ramah lingkungan yang terintegrasi dengan Internet of Things (IoT) untuk menghubungkan seluruh rantai pengelolaan sampah, mulai dari pemungutan, pemilahan, pengolahan, hingga daur ulang, sehingga dapat mendorong green economy di Kelurahan Limau Manis Selatan.

II. MASALAH

Berdasarkan hasil wawancara tersebut maka diperoleh beberapa permasalahan yang memiliki urgensi yang tinggi dan mendesak untuk di selesaikan, yaitu sebagai berikut:

1. Permasalahan Dari Sisi Aspek Manajemen;

- a) Belum tersedianya alat dan teknologi ramah lingkungan di bank sampah mitra dalam mengolah sampah yang recyclable dan bernilai ekonomis

Urgensinya adalah pengelolaan sampah di Bank Sampah Limau Manis Selatan belum optimal. Sampah seperti botol plastik, kaca, dan kardus hanya dijual mentah dengan pendapatan rata-rata Rp.200.000 per bulan. Padahal, botol plastik yang dicacah dapat dijual Rp.4.500–Rp.6.000/kg, atau tiga kali lipat lebih tinggi. Untuk meningkatkan nilai jual, diperlukan alat pencacah plastik. Sementara itu, limbah kaca akan diolah menggunakan alat pemotong dan pembentuk menjadi gelas dan mangkuk bernilai jual tinggi.

- b) Belum terintegrasinya seluruh informasi bank sampah di Kota Padang, sehingga menyebabkan ketidakseimbangan distribusi dan pengelolaan sampah di daerah tersebut.

Distribusi dan pengelolaan sampah di Kota Padang tidak optimal karena minimnya informasi tentang bank sampah aktif. Google Maps hanya menunjukkan lokasi tanpa status keaktifan, sehingga masyarakat lebih memilih membuang sampah ke LPS, yang meningkatkan volume di TPA Air Dingin. Untuk mengatasi hal ini, bersama mitra dan Dinas Lingkungan Hidup, dikembangkan aplikasi yang

menyediakan informasi lokasi bank sampah aktif, volume sampah harian, dan rating pengelolaan terbaik.

2. Permasalahan dari sisi aspek sosial masyarakat;

a) Rendahnya kesadaran dan pengetahuan masyarakat dalam memilah sampah.

Urgensinya adalah kesadaran yang rendah terhadap pentingnya pemilahan sampah dapat mempersulit proses daur ulang dan pengelolaan sampah secara keseluruhan. Dampaknya juga dapat meluas ke sektor kesehatan masyarakat, dengan meningkatnya risiko penyakit terkait lingkungan akibat penumpukan sampah yang tidak terkontrol. Oleh karena itu, meningkatkan kesadaran dan pengetahuan masyarakat mengenai pentingnya pemilahan sampah di Kota Padang menjadi sangat mendesak guna menciptakan lingkungan yang lebih bersih, sehat, dan berkelanjutan. Berdasarkan kondisi tersebut dan hasil diskusi mitra, maka edukasi pengelolaan sampah dengan penerapan program 3R dibutuhkan.

b) Terbatasnya keterampilan pengelola bank sampah dalam mengolah sampah recyclable yang bernilai ekonomis.

Urgensinya adalah dengan keterampilan yang terbatas, bank sampah mungkin tidak mampu mengidentifikasi, memilah, dan mengolah sampah yang memiliki nilai ekonomis secara optimal. Hal ini menyebabkan berkurangnya potensi pendapatan dari hasil daur ulang sampah, serta meningkatkan jumlah sampah yang akhirnya masuk ke tempat pembuangan akhir. Dampaknya, di satu sisi, mengurangi potensi penghasilan masyarakat yang terlibat dalam pengelolaan bank sampah, dan di sisi lain, memperparah masalah penumpukan sampah. Oleh karena itu, pelatihan keterampilan pengelola bank sampah dalam mengolah sampah recyclable yang bernilai ekonomis menjadi sangat penting untuk mendukung green economy.

III. METODE

Metode pelaksanaan yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan penanggulangan sampah dan peningkatan kesejahteraan masyarakat di Kelurahan Limau Manis Selatan adalah sebagai berikut :

1. Metode Pelaksanaan Terkait Permasalahan Pada Aspek Manajemen

a) Menerapkan teknologi informasi dan komunikasi yang dinamakan Smart Eco Waste Hub terintegrasi dengan Internet of Things (IoT)

Tahapan yang dilakukan dalam penerapan alat dan teknologi ramah lingkungan di bank sampah mitra dalam mengolah sampah yang recyclable dan bernilai ekonomis. Tahapan meliputi perencanaan (identifikasi kebutuhan sistem, analisis teknis, perencanaan arsitektur perangkat keras), desain (skema koneksi perangkat keras, layout PCB, sistem daya efisien), pengembangan prototipe, produksi massal, pemeliharaan, dan pembaruan. Dengan metode ini, Smart Eco Waste Hub dapat menjadi solusi efektif dalam mengelola limbah secara berkelanjutan.

b) Mengembangkan Aplikasi Peta Bank Sampah di seluruh Kota Padang dengan memanfaatkan teknologi GIS (Geografis Information System)

Tahap yang digunakan untuk mengintegrasikan informasi bank sampah di Kota Padang, mengatasi ketidakseimbangan distribusi dan pengelolaan sampah. Pengembangan Aplikasi Peta Bank Sampah dimulai dengan studi pendahuluan, perencanaan sistem, pemetaan lokasi bank sampah menggunakan teknologi GIS, pengembangan aplikasi dengan fitur lokasi dan informasi detail bank sampah, pengujian aplikasi, pelatihan pengguna, pemeliharaan rutin, dan evaluasi penggunaan aplikasi. Diharapkan aplikasi ini memberikan manfaat signifikan dalam pengelolaan bank sampah di Kota Padang.

2. Metode Pelaksanaan Terkait Permasalahan Pada Aspek Sosial Masyarakat

a) Mendukung masyarakat melalui seminar dan workshop terkait pengelolaan sampah dengan menerapkan program 3 R yaitu (Reduce, Reuse dan Recycle).

Tahapan yang digunakan untuk mendukung masyarakat tentang pengelolaan sampah dengan program 3R dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan masyarakat terkait pengelolaan sampah. Kemudian, dibuat rencana dengan strategi promosi program 3R, sumber daya yang dibutuhkan, dan metode evaluasi. Promosi dilakukan melalui berbagai media dan penyuluhan di masyarakat. Kerja sama dengan pemerintah, organisasi lingkungan, dan kelompok masyarakat penting untuk mendukung program. Selain itu, kegiatan praktek langsung di masyarakat dilakukan untuk memperlihatkan

manfaat program 3R. Evaluasi berkala dilakukan untuk mengukur keberhasilan program dan melakukan perbaikan strategi.

b) Memberikan pelatihan keterampilan tentang bagaimana mengolah sampah yang bernilai ekonomis

Dalam menerapkan metode pelatihan keterampilan mengolah sampah yang bernilai ekonomis, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut: Identifikasi jenis sampah yang dapat diolah menjadi produk bernilai ekonomis, seperti kertas, plastik, logam, atau organik. Pelatihan dalam teknik pengolahan sampah menjadi produk yang dapat dijual, seperti pembuatan kerajinan dari kertas bekas, pengomposan sampah organik, atau daur ulang plastik, eco enzyme, serta eco blok. Pengenalan pasar dan jaringan distribusi produk yang dihasilkan untuk memastikan dapat terjual dengan baik. Monitoring dan evaluasi terhadap hasil pelatihan serta kinerja ekonomis dari produk yang dihasilkan untuk terus meningkatkan kualitas dan efisiensi proses pengolahan sampah.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Survei Awal Sebelum Kegiatan Dimulai

Kegiatan pengabdian masyarakat di Kelurahan Limau Manis Selatan bertujuan memberikan solusi konkret dalam pengelolaan sampah dan mendorong penerapan ekonomi sirkular yang berkelanjutan. Program ini dimulai pada 10 Juli 2024 dengan pelaksanaan survei awal. Survei awal sebelum kegiatan pengabdian dimulai merupakan langkah penting untuk memahami kondisi riil pengelolaan sampah di Kelurahan Limau Manis Selatan. Survei ini dilakukan untuk mengumpulkan data dasar yang terukur dan relevan guna merancang intervensi yang tepat. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam survei awal ini beserta hasil dan penjelasannya secara lebih terukur:

a) Identifikasi Lokasi dan Permasalahan Utama

Tim survei memulai dengan mengidentifikasi lokasi pengelolaan sampah, termasuk area rumah tangga, fasilitas umum, dan pusat-pusat ekonomi seperti pasar. Dari hasil survei, ditemukan bahwa Kelurahan Limau Manis Selatan menghasilkan sekitar 200 kilogram sampah per bulan, dengan mayoritas sampah berasal dari rumah tangga. Hanya 1,2% dari sampah ini yang didaur ulang, sedangkan sisanya dibuang atau dibakar, yang memperburuk polusi udara dan pencemaran lingkungan. Masalah utama yang diidentifikasi adalah rendahnya tingkat daur ulang dan tidak adanya pemilahan sampah yang efektif.

b) Pengumpulan Data Kuantitatif

Pengumpulan data kuantitatif dilakukan untuk mendapatkan gambaran akurat tentang volume dan distribusi sampah. Survei terhadap 50 kepala keluarga (KK) menunjukkan bahwa rumah tangga di wilayah tersebut menghasilkan rata-rata 6.000 kg sampah per bulan, dengan setiap keluarga menghasilkan sekitar 4 kg sampah per hari. Tingkat daur ulang masih sangat rendah, hanya 3,33% atau 200 kg dari total 6.000 kg sampah per bulan. Distribusi sampah terdiri dari 60% organik (3.600 kg) dan 40% anorganik (2.400 kg) per bulan. Data ini menjadi baseline penting untuk memahami kondisi awal sebelum intervensi dilakukan.

c) Pengumpulan Data Kualitatif melalui Wawancara dan Diskusi

Selain data kuantitatif, tim survei juga mengumpulkan data kualitatif melalui wawancara dengan masyarakat dan pengelola bank sampah. Dari wawancara ini, ditemukan bahwa 80% masyarakat belum memilah sampah secara efektif, dan hanya 20% rumah tangga yang terlibat dalam aktivitas daur ulang. Selain itu, masyarakat mengungkapkan bahwa mereka kurang paham mengenai manfaat pemilahan sampah dan tidak memiliki akses ke fasilitas yang memadai untuk mendaur ulang sampah mereka. Data kualitatif ini memberikan pemahaman yang lebih dalam mengenai kendala dan persepsi masyarakat terhadap pengelolaan sampah.

d) Evaluasi Infrastruktur Bank Sampah

Evaluasi terhadap infrastruktur yang ada menunjukkan bahwa bank sampah di wilayah ini hanya mampu mengelola 200 kilogram sampah per bulan, dengan keterbatasan pada alat dan teknologi. Bank sampah belum memiliki mesin pencacah plastik atau fasilitas lain yang mendukung proses daur ulang secara efisien. Keterbatasan ini berdampak pada rendahnya kapasitas pengelolaan sampah dan minimnya volume sampah yang bisa diolah. Hasil evaluasi ini menjadi dasar untuk merekomendasikan pengadaan mesin pencacah plastik sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan kapasitas pengelolaan.

e) Pemetaan Pemangku Kepentingan dan Kolaborasi

Pemetaan pemangku kepentingan dilakukan untuk mengetahui pihak-pihak yang berperan dalam pengelolaan sampah, termasuk pemerintah daerah, organisasi masyarakat, dan pengelola bank sampah. Dari survei, teridentifikasi bahwa keterlibatan pemerintah daerah dan organisasi masyarakat masih terbatas, sehingga diperlukan upaya kolaboratif yang lebih kuat untuk mendukung program ini. Pemetaan ini membantu merancang strategi pelibatan pemangku kepentingan yang lebih efektif selama pelaksanaan program.

f) Penetapan Baseline Kondisi Awal

Setelah data kuantitatif dan kualitatif terkumpul, baseline kondisi awal pengelolaan sampah ditetapkan. Baseline ini meliputi data mengenai volume sampah yang dihasilkan (6.000 kilogram per bulan), tingkat partisipasi masyarakat dalam daur ulang (hanya 3.33%), serta kapasitas pengelolaan bank sampah (200 kilogram sampah per bulan dengan teknologi terbatas). Penetapan baseline ini penting untuk mengukur dampak dan perubahan yang terjadi setelah program intervensi dilaksanakan.

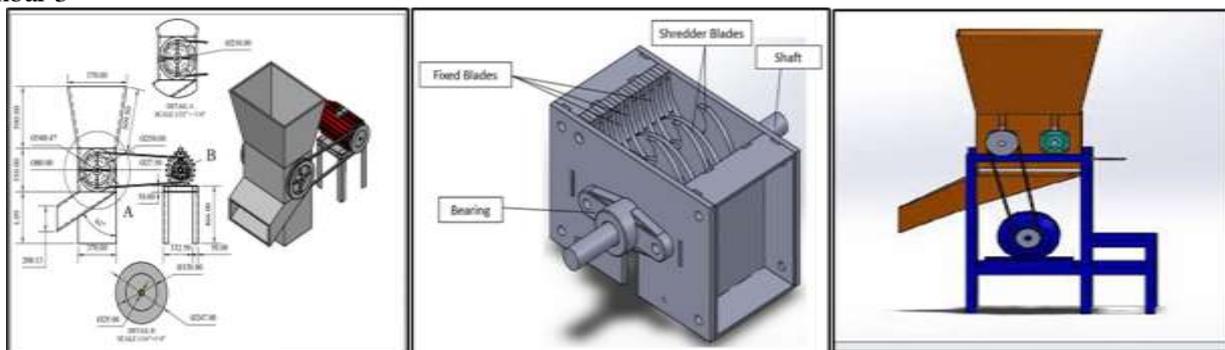
1. Rekomendasi Berdasarkan Temuan Survei
2. Berdasarkan hasil survei, disusun beberapa rekomendasi utama yang terukur, antara lain:
3. Pengadaan mesin pencacah plastik untuk meningkatkan kapasitas pengelolaan bank sampah.
4. Program edukasi dan sosialisasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pemilahan sampah dan pentingnya daur ulang.
5. Pelibatan aktif pemangku kepentingan seperti pemerintah daerah dan organisasi masyarakat dalam mendukung keberlanjutan program.
6. Perbaikan infrastruktur bank sampah untuk meningkatkan efisiensi pengolahan sampah dan memperkuat ekonomi sirkular di wilayah ini.

Dengan langkah-langkah ini, survei awal memberikan data dan pemahaman yang komprehensif mengenai kondisi awal pengelolaan sampah di Kelurahan Limau Manis Selatan. Data yang terkumpul digunakan sebagai dasar untuk merancang program intervensi yang lebih terukur, sehingga diharapkan dapat memberikan dampak signifikan dalam peningkatan kapasitas pengelolaan sampah dan kesejahteraan lingkungan di wilayah tersebut.

2. Desain dan Pembuatan Mesin Pencacah Plastik

Perancangan dan pembuatan mesin pencacah sampah plastik dimulai dengan analisis kebutuhan yang komprehensif. Langkah awal ini melibatkan identifikasi volume sampah plastik yang dihasilkan di wilayah target, seperti Kelurahan Limau Manis Selatan, serta jenis plastik yang perlu dicacah. Selain itu, kapasitas mesin ditentukan berdasarkan jumlah sampah yang harus diolah setiap bulannya. Analisis ini juga mempertimbangkan lingkungan operasional mesin, seperti ketersediaan ruang dan sumber energi, apakah mesin akan menggunakan listrik atau bahan bakar. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam merancang spesifikasi teknis mesin, termasuk dimensi, komponen, dan daya motor yang dibutuhkan.

Setelah kebutuhan dianalisis, tahap berikutnya adalah perancangan mesin. Desain mesin dilakukan menggunakan software CAD (Computer-Aided Design) untuk membuat model 3D dari mesin yang mencakup posisi pisau pencacah, motor penggerak, serta poros penggerak. Pada tahap ini, pemilihan material sangat penting, terutama untuk pisau pencacah yang harus terbuat dari baja tahan karat atau baja karbon tinggi agar mampu memotong plastik dengan efisien. Rangka mesin dirancang dari baja atau besi yang kuat agar dapat menahan beban selama operasi pencacahan. Desain mesin pencacah sampah plastik ini dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3. Gambar Teknik Mesin Pencacah Sampah Plastik

Tahap berikutnya adalah pembuatan komponen utama mesin, seperti pisau pencacah, poros penggerak, dan rangka mesin. Pisau pencacah dipotong dan diasah sesuai dengan desain agar mampu mencacah plastik menjadi ukuran yang lebih kecil. Poros penggerak yang terbuat dari baja keras dipasang dengan bantalan yang kokoh untuk memastikan stabilitas putaran pisau. Selain itu, rangka mesin dirakit agar mampu menahan getaran dan beban saat mesin beroperasi. Setelah semua komponen utama selesai, motor penggerak dipasang. Motor listrik dengan daya yang memadai dihubungkan dengan pisau pencacah melalui sistem transmisi, seperti sabuk atau rantai, untuk mentransfer tenaga dari motor ke pisau. Tampilan 70% dari mesin pencacah plastik dapat dilihat pada gambar 4.



a). Rangka Mesin

(b). Pisau Pencacah

(c). Mesin Pencacah

Gambar 4. Tampilan dari mesin pencacah yang telah di bangun

Setelah semua komponen selesai dirakit, mesin diuji untuk memastikan semua bagian berfungsi dengan baik. Pada tahap pengujian, mesin dimasukkan sampah plastik untuk melihat performa pencacahan dan memastikan mesin mampu bekerja secara efisien tanpa masalah. Jika ditemukan kendala selama pengujian, seperti hasil pencacahan yang tidak sesuai atau getaran mesin yang terlalu besar, maka dilakukan penyesuaian pada desain atau komponen yang digunakan. Setelah pengujian dan penyesuaian selesai, mesin siap digunakan dalam operasional sehari-hari, terutama di bank sampah yang membutuhkan pengolahan sampah plastik.

Langkah terakhir adalah pelatihan pengguna dalam hal pengoperasian dan perawatan mesin. Pengelola bank sampah atau masyarakat dilatih mengenai cara penggunaan mesin yang aman dan efisien, serta langkah-langkah pemeliharaan rutin seperti pengasahan pisau, pengecekan motor, dan pelumasan bagian yang bergerak. Dengan perawatan yang tepat, mesin pencacah ini dapat beroperasi dalam jangka waktu yang lama dan meningkatkan kapasitas pengelolaan sampah plastik di wilayah tersebut.

3. Edukasi dan Pelatihan Program 3 R (Reduce, Reuse dan Recycle)

Pada kegiatan Edukasi dan Pelatihan Program 3R (Reduce, Reuse, Recycle) di RW.03 Kelurahan Limau Manis Selatan, hasil yang dicapai menunjukkan perkembangan yang signifikan baik dari segi pemahaman masyarakat terhadap pengelolaan sampah maupun penerapan langsung dari prinsip 3R. Kegiatan yang berlangsung selama beberapa minggu ini melibatkan partisipasi aktif dari masyarakat setempat, dengan fokus pada peningkatan kesadaran lingkungan dan praktik pengelolaan sampah yang lebih efektif. Kegiatan ini dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 5. Edukasi dan Pelatihan Program 3 R (Reduce, Reuse dan Recycle)

Program ini berhasil meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pengurangan penggunaan produk sekali pakai (Reduce). Sebelum pelatihan, 70% dari 100 peserta menggunakan plastik sekali pakai sehari-hari, namun setelah pelatihan intensif, penggunaan plastik berkurang hingga 20%, dengan banyak warga beralih ke produk ramah lingkungan seperti tas kain dan wadah ulang pakai.

Dalam aspek pemanfaatan ulang (Reuse), pelatihan kreatif mengajarkan warga mengolah barang bekas menjadi produk bernilai, seperti kerajinan dari botol plastik dan kertas. Sekitar 60% peserta berhasil mempraktikkan keterampilan ini dan menjual produk mereka di pasar lokal, memberikan dampak ekonomi langsung, terutama bagi ibu rumah tangga.

Pada aspek daur ulang (Recycle), sistem pemilahan sampah diterapkan di RW.03. Setelah edukasi, 25% rumah tangga mampu memisahkan sampah dengan benar, dan limbah anorganik seperti plastik dan logam dikumpulkan untuk dijual, memberikan rata-rata peningkatan pendapatan 10% bagi warga yang terlibat.

Secara sosial, terbentuk kelompok relawan untuk mengawasi pengelolaan sampah di tingkat RT, meningkatkan kesadaran kolektif dalam menjaga kebersihan lingkungan. Hasil terukur ini menunjukkan bahwa program edukasi dan pelatihan 3R di RW.03 Limau Manis Selatan tidak hanya meningkatkan pengetahuan, tetapi juga membawa perubahan nyata dalam perilaku pengelolaan sampah. Program ini diharapkan menjadi model bagi wilayah lain di Padang dan sekitarnya.

V. KESIMPULAN

Program 3R di RW.03 Limau Manis Selatan berhasil meningkatkan kesadaran pengelolaan sampah, keterampilan memanfaatkan barang bekas, dan pendapatan dari limbah daur ulang. Partisipasi aktif masyarakat dan kelompok relawan memperkuat komitmen menjaga lingkungan, menunjukkan potensi mendorong ekonomi hijau di komunitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada DRTPM Kemdikbudristek dan LP2M Universitas Negeri Padang atas dukungan dan pendanaan melalui program pengabdian masyarakat (Kontrak No. 2769/UN35.15/PM/2024). Dukungan ini memungkinkan pelaksanaan kegiatan pemberdayaan masyarakat di Kelurahan Limau Manis Selatan melalui Smart Eco Waste Hub berbasis IoT untuk mendukung green economy. Kami berharap kolaborasi ini terus berlanjut demi pembangunan berkelanjutan dan manfaat nyata bagi masyarakat. Terima kasih atas kepercayaan dan dukungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Silviana, U., Elfan Kaukab, M., & dan Fungsi Bank Sampah dalam Peningkatan Perekonomian Masyarakat di Desa Jembangan Kabupten Banjarnegara, P. (2021). Peran dan Fungsi Bank Sampah dalam Peningkatan Perekonomian Masyarakat di Desa Jembangan Kabupten Banjarnegara. *JCSE: Journal of Community Service and Empowerment*, 2(1), 25–37. <https://journal.stieputrabangsa.ac.id/index.php/jcse/article/view/757>
- Afni Akper Kesdam, Y. I., & Padang, B. (2018). *ANALISA KESIAPSIAGAAN MASYARAKAT PAUH DALAM MENGHADAPI PERMASALAHAN KESEHATAN PASCA BENCANA BANJIR BANDANG: PERSPEKTIF PENERAPAN MANAJEMEN BENCANA*. 7.
- Andani, G. Y., & Putri, N. E. (2024). Evaluasi Program Keluarga Berencana Dalam Pengendalian Laju Pertumbuhan Penduduk di Dinas Sosial , Pengendalian Penduduk , Keluarga Berencana , Pemberdayaan Perempuan Dan Perlindungan Anak Kota Padang Panjang. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 9999–10004.
- Azmin, N., Irfan, I., Nasir, M., Hartati, H., & Nurbayan, St. (2022). Pelatihan Pembuatan Pupuk Kompos Dari Sampah Organik Di Desa Woko Kabupaten Dompu. *Jompa Abdi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(3), 137–142. <https://doi.org/10.57218/jompaabdi.v1i3.266>
- Darni, R., Harisman, Y., Marna, J. E., & Agustiarmi, W. (n.d.). *PENINGKATAN EKONOMI DAN KESEJAHTERAAN MASYARAKAT MELALUI KOPERASI SYARIAH DAUR SAMPAH BERBASIS TEKNOLOGI DIGITAL DI KELURAHAN LIMA MANIS SELATAN*.
- Dewata, I., Kimia, J., Matematika, F., Alam, I. P., & Padang, U. N. (2020). Model Dinamik Pertumbuhan Penduduk Dan Kualitas Lingkungan Di Kota Padang Indang Dewata MODEL DINAMIK PERTUMBUHAN PENDUDUK DAN KUALITAS LINGKUNGAN DI KOTA PADANG. *JKPL: Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, 1(1), 11–18.
- Dinda, R., Mariati, H., & Fitriawan, D. (2022). Analisis Proyeksi Penduduk Dan Alokasi Kebutuhan Lahan Permukiman Di Kota Padang 2020-2030. *Jurnal Azimut*, 4(1), 19. <https://doi.org/10.31317/jaz.v4i1.790>

- Fauziah, S. T., Nurmalasari, D., Safputra, A., & Sumiati, T. (2021). Peran Bank Sampah dalam Perekonomian Masyarakat dan Kebersihan Lingkungan di Kampung Cikeresek Rw 02 Desa Ganjarsabar Kecamatan Nagreg. *Proceedings.Uinsgd.Ac.Id*, *I(84)*, 134–145. <https://proceedings.uinsgd.ac.id/index.php/proceedings/article/view/1103>
- Laveni, B., Firanda Putra, G., Arsalan, A., Geunta, M., & Syamsir, S. (2023). Tindakan Sosial Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah di Kota Padang. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN, BAHASA, SAstra, SENI, DAN BUDAYA (Mateandrau)*, *2(2)*, 53–59. <https://doi.org/10.55606/mateandrau.v2i2.1407>
- Marganof, M. (2023). Model Pengelolaan Sampah Terpadu Berbasis Nirlimbah (Zerowaste) : Studi Kasus Di Kota Padang. *Ensiklopedia of Journal*, *5(3)*, 157–165.
- Mulia, R. A., & Putri, R. P. (2022). Pengaruh Tingkat Kemiskinan dan Produk Domestik Regional Bruto Terhadap Kesejahteraan Masyarakat. *Jurnal Ilmiah Ekotrans & Erudisi*, *2(1)*, 22–33. <https://doi.org/10.69989/68ye6x37>
- Putranto, P. (n.d.). *Prinsip 3R: Solusi Efektif untuk Mengelola Sampah Rumah Tangga*.
- Putri, N. W., Rahmah, S. P., Tafsia, S. I., & Putri, V. Y. (2022). Edukasi Daur Ulang Sampah Organik Menjadi Pupuk Kompos Di Kelurahan Pasar Ambacang Kecamatan Kuranji Kota Padang. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, *5(2)*, 109–117. <https://doi.org/10.25077/jhi.v5i2.606>
- Rahmi, N., & Ernawati, E. (2021). Perilaku Ibu Rumah Tangga Dalam Pengelolaan Sampah Di Kecamatan Pauh Kota Padang. *Jambura Geo Education Journal*, *2(1)*, 1–6. <https://doi.org/10.34312/jgej.v2i1.7153>
- Riza, M. F., Winarningsih, W., Prayekti, E., Nisa, F., & Muhammad, R. (2023). PELATIHAN 3R DALAM PENGELOLAAN SAMPAH MENJADI RAMAH LINGKUNGAN DI PP. AL FITRAH AS-SALAFIYAH SURABAYA. *Communnity Development Journal*, *4(5)*.