


Pemanfaatan Limbah Organik sebagai Sumber Daya Terbarukan melalui Program Edukasi Masyarakat

Nouval Trezandy Lapatta¹, Muhammad Zaidan^{2*}, Laura Paige Pasha³

¹Teknik Informatika, Universitas Tadulako ²Sistem Informasi, Universitas Raharja, Tangerang, Indonesia ³mfinitee.co.za

¹nouval@untad.ac.id, ²muhammad.zaidan@raharja.info, ³pasha.lauraaa@mfinitee.co.za

*Penulis Korespondensi

Info Artikel

Sejarah artikel:

Submit September 12, 2024

Revisi September 24, 2024

Diterima Oktober 15, 2024

Publish November 25, 2024

Kata Kunci:

Ekonomi Sirkular

Biogas Komunitas

Pemberdayaan Lingkungan Urban

Pemrosesan Limbah

Inovasi Teknologi Sederhana



ABSTRAK

Pertumbuhan populasi dan urbanisasi yang pesat menghasilkan peningkatan volume limbah organik yang signifikan, yang jika tidak dikelola dengan baik, dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas pemanfaatan limbah organik sebagai sumber daya terbarukan melalui pendekatan program edukasi masyarakat yang berkelanjutan. Metode penelitian menggunakan pendekatan kombinasi kualitatif dan kuantitatif, yang melibatkan survei, wawancara mendalam, dan observasi langsung terhadap komunitas sasaran di wilayah perkotaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa edukasi masyarakat mengenai pengolahan limbah organik menjadi energi terbarukan, seperti biogas dan kompos, mampu meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan lingkungan sekaligus menciptakan manfaat ekonomi lokal. Selain itu, program edukasi ini terbukti dapat memperkuat pemahaman masyarakat terhadap konsep ekonomi sirkular dan mendorong penerapan teknologi sederhana yang mendukung pemanfaatan energi terbarukan. Studi ini menawarkan inovasi dalam bentuk model edukasi yang tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga memperkuat aspek sosial dan ekonomi melalui keterlibatan aktif masyarakat dalam setiap tahapan pengelolaan limbah organik. Kontribusi penelitian ini mencakup pengembangan model edukasi yang holistik dan dapat direplikasi dalam konteks yang lebih luas, mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) terkait energi bersih dan produksi berkelanjutan.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



*Penulis Korespondensi:

Muhammad Zaidan (Muhamad Zaidan)

DOI: <https://doi.org/10.34306/adimas.v5i2.1142>

This is an open-access article under the CC-BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

©Authors retain all copyrights

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang pesat dan peningkatan aktivitas ekonomi di daerah perkotaan telah menyebabkan peningkatan jumlah limbah organik secara signifikan [1]. Limbah organik, yang mencakup sisa makanan, dedaunan, dan limbah pertanian, sering kali tidak dikelola dengan baik sehingga berpotensi menimbulkan masalah lingkungan, seperti pencemaran tanah dan udara akibat proses pembusukan yang menghasilkan gas metana [2]. Di sisi lain, limbah organik memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan melalui teknologi sederhana, seperti pengolahan menjadi biogas atau kompos [3].

Masyarakat, khususnya di daerah perkotaan, umumnya kurang memahami potensi limbah organik dan cenderung menganggapnya sebagai sampah yang tidak bernilai [4]. Edukasi mengenai pemanfaatan limbah organik sebagai sumber daya terbarukan masih sangat terbatas, sehingga pemahaman masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan limbah berkelanjutan juga belum optimal [5]. Hal ini menunjukkan perlunya program edukasi yang terstruktur untuk mendorong kesadaran masyarakat dalam mengelola limbah organik menjadi energi yang bermanfaat serta mendukung keberlanjutan lingkungan [6].

Selain berkontribusi terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca, pemanfaatan limbah organik dapat memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat, seperti produksi kompos untuk pertanian dan biogas untuk kebutuhan energi rumah tangga [7]. Namun, studi yang fokus pada edukasi masyarakat dalam memanfaatkan limbah organik sebagai sumber daya terbarukan masih terbatas [8]. Penelitian ini menawarkan kebaruan (novelty) dengan mengembangkan program edukasi yang tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga memperkuat aspek sosial dan ekonomi melalui keterlibatan aktif masyarakat dalam setiap tahapan pengelolaan limbah organik [9]. Hal ini menjadi penting untuk mengisi kesenjangan penelitian (GEP) yang ada, di mana pendekatan holistik yang mencakup dimensi sosial, ekonomi, dan teknologi belum banyak dibahas dalam penelitian sebelumnya [10].

Penelitian ini juga mempertimbangkan implikasi praktisnya bagi keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan ekonomi masyarakat. Program edukasi yang terstruktur diharapkan tidak hanya meningkatkan pemahaman masyarakat tetapi juga menciptakan model yang dapat diterapkan secara luas di berbagai konteks [11]. Keterbatasan penelitian ini terletak pada skala studi yang hanya berfokus pada wilayah perkotaan tertentu, yang mungkin memiliki karakteristik berbeda dengan wilayah lain di Indonesia, sehingga generalisasi temuan perlu dipertimbangkan dengan hati-hati [12].

Sebagai langkah lebih lanjut, penelitian masa depan dapat difokuskan pada pengembangan program edukasi yang lebih luas di wilayah pedesaan serta penggunaan teknologi yang lebih inovatif dalam pemanfaatan limbah organik [13]. Penelitian lanjutan juga perlu mengeksplorasi bagaimana program serupa dapat diterapkan dalam konteks yang lebih besar, seperti pada skala industri atau regional [14].

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tingkat pemahaman masyarakat tentang pemanfaatan limbah organik sebagai sumber daya terbarukan saat ini?
2. Bagaimana pengaruh program edukasi terhadap peningkatan pemahaman dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan limbah organik?
3. Apa saja faktor penghambat dan pendukung dalam implementasi program edukasi pemanfaatan limbah organik sebagai sumber daya terbarukan?

1.3. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengidentifikasi tingkat pemahaman masyarakat tentang pemanfaatan limbah organik sebagai sumber daya terbarukan.
2. Mengevaluasi efektivitas program edukasi dalam meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat terhadap pengelolaan limbah organik.
3. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan atau kegagalan implementasi program edukasi tersebut, serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Pemanfaatan Limbah Organik Sebagai Sumber Daya Terbarukan

Pemanfaatan limbah organik sebagai sumber daya terbarukan telah menjadi salah satu topik yang terus berkembang dalam upaya mencapai keberlanjutan lingkungan [15]. Limbah organik mencakup berbagai jenis material yang dapat terurai secara alami, seperti sisa makanan, daun, kotoran hewan, serta limbah pertanian. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa limbah organik memiliki potensi besar untuk diubah menjadi energi terbarukan melalui proses biodegradasi yang menghasilkan biogas, pupuk kompos, atau bahkan bahan bakar cair [16]. Namun, pemahaman masyarakat dan implementasi di tingkat lokal masih sangat terbatas, terutama di negara-negara berkembang seperti Indonesia. Oleh karena itu, penelitian yang membahas edukasi masyarakat dalam pemanfaatan limbah ini menjadi semakin relevan [17].

1.4.2. Pendekatan Edukasi Masyarakat dalam Pengelolaan Lingkungan

Edukasi masyarakat adalah salah satu strategi penting dalam mengubah perilaku dan meningkatkan kesadaran lingkungan. Beberapa studi menunjukkan bahwa pendekatan edukasi yang berbasis partisipasi aktif mampu meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan limbah secara berkelanjutan. Untuk memperkuat kajian literatur terkait program edukasi limbah organik di wilayah urban, beberapa studi tambahan menyoroti pentingnya edukasi berbasis komunitas dalam meningkatkan kesadaran dan partisipasi dalam pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Misalnya, studi oleh [18] dan [19] menekankan bahwa program edukasi terstruktur di lingkungan perkotaan tidak hanya meningkatkan kesadaran lingkungan tetapi juga mendorong keterlibatan praktis, karena peserta belajar untuk mengintegrasikan praktik pengelolaan limbah dalam kehidupan sehari-hari mereka. Lebih lanjut, penelitian oleh [20] menyarankan bahwa edukasi limbah di wilayah urban perlu mengatasi tantangan khusus seperti keterbatasan ruang untuk kompos dan tingginya kepadatan penduduk, yang dapat diatasi melalui teknologi yang dapat disesuaikan dan berbiaya rendah. Namun, terdapat keterbatasan dalam pendekatan ini, seperti kurangnya kontinuitas program dan resistensi terhadap perubahan kebiasaan. Implikasi dari penelitian ini adalah pentingnya merancang program edukasi yang berkelanjutan dan mudah diadopsi oleh berbagai kelompok masyarakat, serta memastikan keterlibatan yang aktif dan dukungan dari pemerintah lokal dan lembaga non-pemerintah [21].

Keberhasilan program edukasi lingkungan sangat bergantung pada adaptasi terhadap konteks sosial dan budaya setempat. Ini menunjukkan perlunya model edukasi yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga memperhitungkan aspek sosial dan ekonomi komunitas yang menjadi target.

1.4.3. Inovasi Teknologi dalam Pengolahan Limbah Organik

Teknologi pengolahan limbah organik telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir, dengan fokus pada penggunaan teknologi yang ramah lingkungan dan rendah biaya [22]. Teknologi seperti biogas digester, kompos aerobik, dan pirolisis telah banyak diimplementasikan di berbagai negara sebagai bagian dari solusi pengelolaan limbah. Meski demikian, teknologi tersebut belum banyak diadopsi di tingkat masyarakat, terutama di daerah perkotaan dengan skala kecil [23]. Penelitian ini menawarkan novelty berupa integrasi teknologi sederhana dalam program edukasi masyarakat yang dapat meningkatkan akses dan adopsi teknologi di kalangan masyarakat menengah ke bawah.

Pentingnya penyesuaian teknologi dengan kapasitas ekonomi lokal, terutama dalam hal biaya awal investasi dan pemeliharaan. Oleh karena itu, program edukasi yang menggabungkan teknologi yang terjangkau akan lebih mungkin berhasil dalam konteks masyarakat perkotaan di Indonesia.

1.4.4. Kesenjangan dalam Penelitian Terkait Pemanfaatan Limbah Organik

Berdasarkan tinjauan literatur, terdapat beberapa gap dalam penelitian yang berkaitan dengan pemanfaatan limbah organik sebagai sumber daya terbarukan. Pertama, banyak penelitian yang berfokus pada aspek teknis pengolahan limbah, namun kurang menyoroti pentingnya pendekatan edukasi masyarakat secara holistik. Kedua, meskipun banyak studi telah dilakukan mengenai pengolahan limbah di tingkat industri, sedikit yang mengkaji bagaimana teknologi pengolahan ini dapat diadaptasi di tingkat rumah tangga dan komunitas lokal [24].

Oleh karena itu, penelitian ini berkontribusi dalam mengisi kesenjangan tersebut dengan mengembangkan program edukasi masyarakat yang fokus pada pemanfaatan limbah organik menggunakan teknologi sederhana yang dapat diimplementasikan di lingkungan perkotaan dengan keterbatasan sumber daya [25].

Untuk menekankan aspek kebaruan dari program edukasi masyarakat ini, program ini secara unik mengintegrasikan aspek teknis dan sosial-ekonomi yang sering kali terabaikan dalam program serupa [26]. Secara spesifik, program ini melampaui sekadar instruksi teknis dengan melibatkan masyarakat secara aktif dalam setiap langkah pengelolaan limbah organik, termasuk edukasi mengenai manfaat ekonomis, seperti potensi pendapatan dari penjualan kompos dan pengurangan biaya rumah tangga melalui penggunaan biogas [27]. Selain itu, program ini memperkenalkan teknologi yang terjangkau dan sesuai untuk komunitas perkotaan, suatu fitur yang tidak banyak dibahas dalam program sejenis.

1.4.5. Implikasi Penelitian Sebelumnya

Penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh [28], menunjukkan bahwa edukasi berbasis partisipasi aktif memiliki potensi besar untuk mengubah perilaku masyarakat dalam pengelolaan limbah. Namun, keterbatasan dalam penelitian ini adalah minimnya perhatian pada keberlanjutan program edukasi pasca-

implementasi awal. Studi lain oleh [29] menyoroti perlunya keterlibatan lintas sektor, termasuk pemerintah, sektor swasta, dan komunitas dalam memastikan keberhasilan program pengelolaan limbah.

Studi ini memperkenalkan aspek kebaruan yang unik dengan mengkaji bagaimana edukasi masyarakat tentang pengelolaan limbah organik memiliki dampak jangka panjang terhadap perubahan perilaku [30]. Berbeda dengan program sebelumnya yang terutama berfokus pada hasil jangka pendek, penelitian ini menekankan keterlibatan berkelanjutan dengan mengintegrasikan edukasi melalui kegiatan praktis langsung, sehingga mendorong komitmen yang lebih mendalam terhadap pelestarian lingkungan di kalangan peserta [31].

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan implikasi praktis yang lebih luas, yaitu menciptakan model edukasi yang tidak hanya berfokus pada pengenalan teknologi tetapi juga menanamkan kesadaran jangka panjang pada masyarakat mengenai manfaat ekonomi dan lingkungan dari pengelolaan limbah organik [32].

1.4.6. Rekomendasi untuk Penelitian Masa Depan

Berdasarkan hasil tinjauan pustaka ini, penelitian di masa depan sebaiknya lebih memperhatikan aspek keberlanjutan dari program edukasi serta mengintegrasikan berbagai pendekatan lintas disiplin. Penelitian lebih lanjut dapat fokus pada:

- Pengembangan model edukasi masyarakat berbasis teknologi di daerah pedesaan yang memiliki karakteristik berbeda dengan daerah perkotaan.
- Adaptasi teknologi pengolahan limbah organik dalam skala yang lebih besar, seperti industri kecil dan menengah.
- Kajian lebih dalam tentang faktor-faktor sosial-budaya yang memengaruhi adopsi teknologi lingkungan di berbagai wilayah.

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk program-program serupa di berbagai konteks dan skala yang berbeda, yang tidak hanya berfokus pada pengolahan limbah, tetapi juga aspek sosial dan ekonomi masyarakat yang terkait dengan keberlanjutan lingkungan.

2. METODE PELAKSANAAN

2.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kombinasi atau mixed methods yang menggabungkan pendekatan kualitatif dan kuantitatif untuk memahami efektivitas program edukasi masyarakat dalam pemanfaatan limbah organik sebagai sumber daya terbarukan. Pendekatan kualitatif digunakan untuk menggali persepsi dan pemahaman masyarakat terkait pengelolaan limbah organik, sedangkan pendekatan kuantitatif bertujuan untuk mengukur peningkatan pemahaman dan perubahan perilaku masyarakat setelah mengikuti program edukasi.

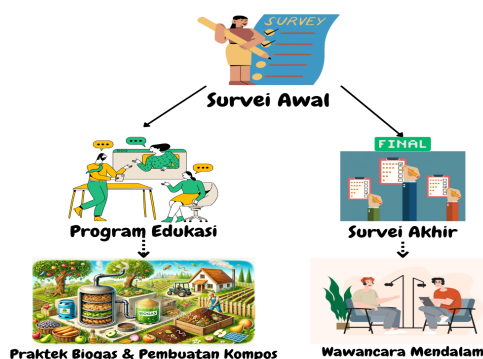
2.2. Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan perkotaan Makassar, Indonesia, yang memiliki komunitas masyarakat dengan karakteristik yang beragam. Subjek penelitian terdiri dari warga setempat yang berpartisipasi dalam program edukasi, terutama ibu rumah tangga, pelajar, dan komunitas pemuda. Penentuan subjek menggunakan teknik purposive sampling agar responden memiliki pemahaman awal yang relevan dan dapat memberikan data yang sesuai dengan tujuan penelitian.

2.3. Prosedur Pengumpulan Data

Prosedur pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi tiga tahap utama:

1. **Survei Awal:** Dilakukan untuk mengetahui tingkat pemahaman masyarakat tentang pemanfaatan limbah organik sebelum program edukasi.
2. **Program Edukasi:** Edukasi diberikan dalam bentuk lokakarya dan praktik langsung mengenai pengolahan limbah organik, seperti produksi biogas sederhana dan pembuatan kompos.
3. **Survei Akhir dan Wawancara Mendalam:** Survei akhir dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas program edukasi, sementara wawancara mendalam digali untuk mendapatkan informasi mengenai persepsi dan pengalaman masyarakat setelah edukasi.



Gambar 1. Alur Pengumpulan Data dalam Penelitian

Gambar 1 di atas menjelaskan tahapan pengumpulan data mulai dari survei awal, pelaksanaan program edukasi, hingga survei akhir dan wawancara mendalam. Tahapan ini dirancang untuk mengukur perubahan pemahaman masyarakat terkait pemanfaatan limbah organik.

2.4. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kuesioner untuk survei awal dan akhir, serta pedoman wawancara untuk menggali informasi kualitatif secara mendalam. Setiap instrumen dirancang untuk mengukur variabel-variabel berikut:

Tabel 1. Evaluasi Edukasi

No.	Variabel	Instrumen	Metode Pengukuran
1	Pemahaman Pra-Edukasi	Kuesioner	Skala Likert 1–5
2	Pemahaman Pasca-Edukasi	Kuesioner	Skala Likert 1–5
3	Partisipasi dalam Edukasi	Observasi & Survei	Skala Likert 1–5
4	Persepsi terhadap Edukasi	Wawancara Mendalam	Analisis Kualitatif Tematik
5	Perubahan Perilaku	Wawancara Mendalam	Analisis Kualitatif Tematik

Tabel 1 di atas menunjukkan variabel-variabel yang diteliti beserta instrumen yang digunakan. Pemahaman Pra- dan Pasca-Edukasi diukur untuk melihat perubahan pengetahuan masyarakat, sementara Persepsi dan Perubahan Perilaku dianalisis melalui wawancara untuk menggali respon kualitatif.

2.5. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan dua pendekatan berikut:

1. **Analisis Kuantitatif:** Data dari kuesioner survei awal dan akhir dianalisis menggunakan uji beda *t-test* untuk menguji apakah terdapat perbedaan signifikan antara pemahaman masyarakat sebelum dan setelah program edukasi.
2. **Analisis Kualitatif:** Data dari wawancara dianalisis secara tematik menggunakan teknik coding untuk menemukan tema-tema utama terkait persepsi dan perubahan perilaku masyarakat terhadap pemanfaatan limbah organik.

2.6. Validitas dan Reliabilitas

Untuk memastikan validitas dan reliabilitas data, instrumen penelitian diuji melalui:

- Uji Validitas: Menggunakan uji validitas konstruksi untuk memastikan bahwa kuesioner mengukur konsep yang seharusnya diukur.
- Uji Reliabilitas: Reliabilitas instrumen diuji dengan teknik Cronbach's Alpha, dengan nilai minimum 0,70 yang dianggap memenuhi standar konsistensi.

2.7. Rancangan Eksperimen Program Edukasi

Program edukasi ini dirancang sebagai bentuk eksperimen terkontrol sederhana untuk mengamati pengaruh langsung dari edukasi terhadap pemahaman dan partisipasi masyarakat. Studi ini memberikan rincian tambahan tentang teknologi yang digunakan dan cara penerapannya di tingkat rumah tangga. Secara khusus,

program ini menggunakan biodigester sederhana dan berbiaya rendah untuk mengonversi limbah organik menjadi biogas untuk memasak, yang mudah dirawat oleh rumah tangga. Selain itu, diperkenalkan juga wadah kompos aerobik, memungkinkan keluarga untuk mengubah limbah dapur organik menjadi kompos kaya nutrisi untuk berkebun di rumah. Teknologi ini dipilih karena aksesibilitasnya dan kebutuhan perawatan yang minimal, sehingga cocok untuk rumah tangga perkotaan dengan keterbatasan ruang dan sumber daya. Untuk memperkaya detail penerapan teknis, program ini menguraikan langkah-langkah pemanfaatan limbah organik di komunitas perkotaan. Awalnya, limbah dikumpulkan dan dikategorikan berdasarkan potensinya untuk proses kompos atau produksi biogas. Proses pengomposan dilakukan melalui dekomposisi aerobik, di mana bahan organik secara rutin diaduk untuk mempercepat pembusukan dan menghasilkan kompos kaya nutrisi untuk kebun perkotaan. Untuk biogas, biodigester sederhana diperkenalkan, memungkinkan rumah tangga menghasilkan gas untuk memasak atau pemanasan. Selain itu, program ini mencakup panduan pemeliharaan sistem ini untuk memastikan keberlanjutan dan efisiensi biaya. Berikut adalah Gambar 2 yang menjelaskan komponen-komponen utama dalam program edukasi ini.



Gambar 2. Rancangan Eksperimen Program Edukasi

Gambar 2 ini menggambarkan elemen-elemen dalam program edukasi yang diberikan kepada peserta, meliputi teori pengelolaan limbah, praktek langsung, dan diskusi kelompok untuk memahami manfaat ekonomi dan lingkungan dari pemanfaatan limbah organik. Tahapan ini kemudian diakhiri dengan evaluasi untuk menilai pemahaman dan perubahan perilaku.

Pendekatan yang diuraikan dalam Metodologi Penelitian ini dirancang untuk memastikan bahwa program edukasi dapat meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan limbah organik sebagai sumber daya terbarukan, serta memastikan hasil yang relevan dan dapat diandalkan dalam konteks penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Konsep dan Perancangan Program Edukasi

Konsep dasar dari penelitian ini adalah meningkatkan pemahaman dan partisipasi masyarakat dalam pemanfaatan limbah organik sebagai sumber energi terbarukan melalui edukasi. Program ini dirancang untuk mencakup materi tentang teori pengelolaan limbah, praktik pembuatan biogas dan kompos, serta diskusi mengenai manfaat ekonomi dan lingkungan dari pemanfaatan limbah organik.

Edukasi dilaksanakan dalam bentuk lokakarya yang interaktif dengan pendekatan praktis. Setiap sesi lokakarya meliputi paparan teori, demonstrasi, dan diskusi kelompok untuk memastikan pemahaman mendalam bagi peserta. Perancangan ini bertujuan untuk menjawab permasalahan kurangnya kesadaran masyarakat akan potensi limbah organik, serta mendorong perubahan perilaku dalam mengelola limbah di rumah tangga.

3.2. Hipotesis Penelitian

Penelitian ini berangkat dari hipotesis bahwa edukasi masyarakat mengenai pemanfaatan limbah organik dapat meningkatkan pemahaman dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan. Hipotesis ini diuji melalui analisis kuantitatif terhadap data survei sebelum dan sesudah pelaksanaan program edukasi.

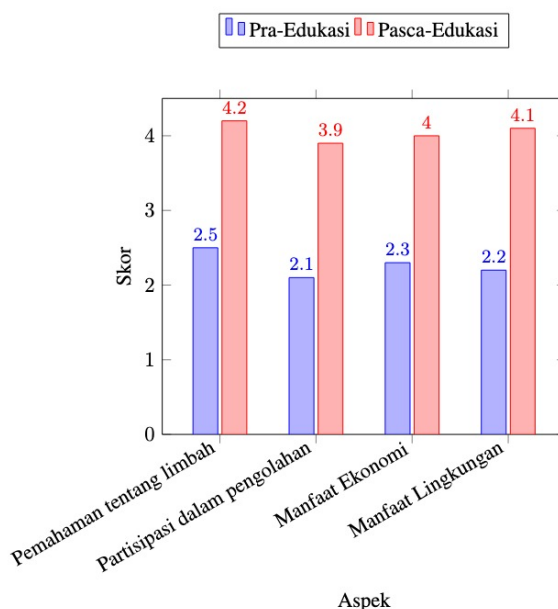
3.3. Data Pengamatan dan Percobaan

Pengumpulan data dilakukan melalui dua survei (pra-edukasi dan pasca-edukasi) untuk mengevaluasi perubahan pemahaman dan perilaku. Tabel 2 berikut menunjukkan hasil rata-rata skor pemahaman dan partisipasi masyarakat sebelum dan sesudah program edukasi.

Tabel 2. Skor Rata-rata Pemahaman dan Partisipasi Masyarakat

Aspek	Pra-Edukasi (Skor)	Pasca-Edukasi (Skor)	Perubahan (%)
Pemahaman tentang limbah	2.5	4.2	68%
Partisipasi dalam pengolahan	2.1	3.9	85%
Manfaat Ekonomi	2.3	4.0	74%
Manfaat Lingkungan	2.2	4.1	86%

Dari tabel di atas, terlihat adanya peningkatan signifikan dalam pemahaman masyarakat tentang limbah organik serta partisipasi dalam pengolahannya setelah mengikuti program edukasi. Persentase perubahan menunjukkan keberhasilan edukasi dalam membangun kesadaran dan keterlibatan masyarakat.



Gambar 3. Task Completion Time Comparison

Berdasarkan grafik gambar 4, terlihat adanya peningkatan signifikan pada skor rata-rata pemahaman dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan limbah organik setelah mengikuti program edukasi. Empat aspek utama yang diukur, yaitu pemahaman tentang limbah, partisipasi dalam pengolahan, manfaat ekonomi, dan manfaat lingkungan, menunjukkan tren positif. Skor pada aspek Pemahaman tentang limbah meningkat dari 2.5 menjadi 4.2, dan pada Partisipasi dalam pengolahan dari 2.1 menjadi 3.9, mencerminkan keberhasilan program dalam meningkatkan kesadaran dan keterlibatan masyarakat dalam mengelola limbah organik.

Selain itu, aspek Manfaat ekonomi menunjukkan kenaikan skor dari 2.3 menjadi 4.0, yang mengindikasikan meningkatnya pemahaman masyarakat akan potensi pengelolaan limbah sebagai peluang ekonomi. Aspek Manfaat lingkungan juga mengalami peningkatan dari 2.2 menjadi 4.1, menunjukkan tingginya kesadaran masyarakat terhadap dampak positif pengelolaan limbah bagi pelestarian lingkungan. Secara keseluruhan, grafik ini menegaskan efektivitas pendekatan edukasi dalam mendorong perubahan positif pada pemahaman, partisipasi, dan kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan limbah organik.

3.4. Analisis Kuantitatif

Hasil dari survei dianalisis menggunakan uji *t-test* untuk mengevaluasi apakah perbedaan antara skor pra-edukasi dan pasca-edukasi adalah signifikan. Persamaan uji *t-test* adalah sebagai berikut:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Di mana:

- \bar{X}_1 dan \bar{X}_2 adalah rata-rata skor pra- dan pasca-edukasi.
- s_1^2 dan s_2^2 adalah variansi sampel.
- n_1 dan n_2 adalah jumlah sampel pra- dan pasca-edukasi.

Hasil perhitungan menunjukkan nilai $p < 0.05$, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara pemahaman dan partisipasi sebelum dan setelah edukasi. Hasil ini mendukung hipotesis penelitian bahwa edukasi memiliki pengaruh positif terhadap pemahaman dan partisipasi masyarakat.

3.5. Analisis Kualitatif

Selain data kuantitatif, wawancara mendalam juga dilakukan untuk menggali persepsi dan pengalaman masyarakat terkait program edukasi. Analisis kualitatif dilakukan melalui teknik coding untuk mengidentifikasi tema-tema utama yang muncul dari wawancara, seperti berikut:

1. **Pemahaman tentang Limbah Organik:** Mayoritas responden menunjukkan peningkatan pemahaman tentang pentingnya pengelolaan limbah organik, yang sebelumnya dianggap hanya sebagai sampah tanpa nilai. Program ini memberikan wawasan baru tentang cara memanfaatkan limbah rumah tangga menjadi sesuatu yang berguna seperti kompos untuk berkebun dan biogas untuk kebutuhan energi. Responden juga melaporkan bahwa mereka kini memahami dampak negatif limbah organik jika tidak dikelola dengan benar, seperti pencemaran lingkungan dan produksi gas metana yang berbahaya. Pemahaman ini mendorong mereka untuk lebih bertanggung jawab dalam memisahkan dan mengolah limbah rumah tangga.
2. **Peningkatan Kesadaran Ekonomi dan Lingkungan:** Selain pemahaman, banyak responden mengungkapkan bahwa mereka mulai melihat manfaat nyata dari pengelolaan limbah organik. Dari sisi ekonomi, mereka menyadari bahwa kompos yang dihasilkan dapat dijual atau digunakan sendiri untuk mengurangi biaya pembelian pupuk. Dari sisi lingkungan, mereka memahami bahwa praktik ini membantu mengurangi polusi dan memperbaiki kesuburan tanah di sekitar mereka. Program ini juga berhasil mengubah pandangan masyarakat tentang pentingnya menjaga lingkungan, tidak hanya sebagai kewajiban tetapi juga sebagai peluang untuk meningkatkan kesejahteraan ekonomi mereka.
3. **Keterlibatan Aktif dalam Program:** Program ini dirancang dengan pendekatan interaktif yang melibatkan lokakarya dan praktik langsung, sehingga responden merasa lebih termotivasi untuk berpartisipasi. Mereka dilibatkan dalam diskusi kelompok, eksperimen sederhana, dan simulasi pengolahan limbah. Aktivitas ini tidak hanya meningkatkan pemahaman tetapi juga memperkuat rasa kepemilikan mereka terhadap proses pengelolaan limbah. Beberapa responden melaporkan bahwa mereka telah mulai menerapkan teknik pengolahan limbah di rumah, seperti membuat kompos dengan metode yang dipelajari, dan bahkan berbagi pengetahuan tersebut dengan tetangga dan keluarga.



Gambar 4. Tema Hasil Analisis Kualitatif

Gambar 4 di atas menunjukkan tema-tema yang dihasilkan dari analisis wawancara kualitatif. Tiga

tema utama peningkatan pemahaman, kesadaran ekonomi dan lingkungan, dan keterlibatan aktif masyarakat menunjukkan bahwa program edukasi berhasil meningkatkan kesadaran dan komitmen masyarakat dalam pengelolaan limbah.

3.6. Pembahasan Temuan

Hasil analisis kuantitatif dan kualitatif menunjukkan bahwa program edukasi ini berhasil meningkatkan pemahaman dan partisipasi masyarakat secara signifikan. Edukasi yang bersifat interaktif dan berbasis praktik langsung telah memotivasi masyarakat untuk menerapkan pengelolaan limbah secara mandiri, baik dalam bentuk pengomposan maupun produksi biogas. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pendekatan edukasi partisipatif efektif dalam mengubah perilaku masyarakat terkait pelestarian lingkungan.

Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, terutama pada ukuran sampel yang relatif kecil dan terbatas pada satu wilayah perkotaan, sehingga temuan sulit digeneralisasi. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperluas cakupan wilayah, termasuk daerah pedesaan, untuk menguji efektivitas program ini dalam konteks yang berbeda. Selain itu, potensi manfaat ekonomi dari penerapan program ini pada skala usaha kecil juga perlu dieksplorasi lebih lanjut untuk memperkuat dampak positif program edukasi ini dalam jangka panjang.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah organik sebagai sumber daya terbarukan melalui program edukasi masyarakat memiliki dampak signifikan terhadap peningkatan pemahaman dan partisipasi masyarakat. Program ini melibatkan pendekatan yang komprehensif, mulai dari teori hingga praktik langsung seperti pembuatan biogas dan kompos. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa terdapat peningkatan signifikan dalam kesadaran masyarakat terhadap manfaat ekonomi dan lingkungan dari pengelolaan limbah organik, serta partisipasi aktif dalam implementasi teknologi sederhana untuk pemanfaatan energi terbarukan.

Namun, penelitian ini juga mengidentifikasi tantangan dalam pelaksanaannya, termasuk keterbatasan sumber daya dan keberagaman tingkat kesiapan masyarakat. Oleh karena itu, keberhasilan program ini membutuhkan dukungan lintas sektor, termasuk pemerintah dan lembaga lokal, untuk memastikan keberlanjutan dan dampaknya yang lebih luas. Dengan pendekatan yang lebih inklusif dan terstruktur, program ini dapat menjadi model yang direplikasi di berbagai wilayah, baik perkotaan maupun pedesaan, untuk mendorong ekonomi sirkular dan keberlanjutan lingkungan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan pentingnya edukasi masyarakat yang berbasis partisipasi untuk mengubah perilaku terkait pengelolaan limbah organik. Dengan mengintegrasikan teknologi sederhana dan strategi edukasi yang efektif, program ini tidak hanya meningkatkan kesadaran lingkungan tetapi juga memberikan manfaat ekonomi yang langsung dirasakan oleh masyarakat. Rekomendasi untuk penelitian lanjutan mencakup pengembangan model edukasi berbasis komunitas yang lebih luas serta adaptasi teknologi untuk skala yang lebih besar dan beragam.

4.1. Saran

Untuk kegiatan pengabdian selanjutnya, disarankan beberapa langkah yang dapat diambil untuk memperluas dampak program edukasi ini:

- **Pengembangan Model Edukasi Skala Besar:** Program serupa dapat dikembangkan untuk skala wilayah yang lebih besar, termasuk daerah pedesaan yang memiliki potensi besar dalam pengelolaan limbah organik. Model edukasi yang komprehensif dan disesuaikan dengan karakteristik sosial budaya setempat akan membantu meningkatkan efektivitas program di wilayah lain.
- **Kerjasama dengan Lembaga Lokal:** Kolaborasi dengan pemerintah daerah, organisasi non-pemerintah, dan lembaga pendidikan dapat meningkatkan akses ke sumber daya dan memperluas cakupan program. Dukungan dari berbagai pihak akan memperkuat keberlanjutan program edukasi dalam jangka panjang.
- **Inovasi Teknologi Ramah Lingkungan:** Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi teknologi yang lebih mudah diakses dan terjangkau bagi masyarakat dalam memanfaatkan limbah organik. Pengembangan teknologi yang efisien dan terintegrasi dengan kebutuhan lokal akan meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan lingkungan.

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi program-program edukasi berkelanjutan lainnya yang bertujuan untuk memberdayakan masyarakat dalam menjaga lingkungan melalui pemanfaatan limbah organik.

5. DEKLARASI

5.1. Kontribusi Penulis

Konseptualisasi: N.Z.L.; Metodologi: N.Z.L.; Perangkat Lunak: N.Z.; Validasi: N.Z.L. dan N.Z.L.; Analisis Formal: N.Z. dan N.L.; Investigasi: N.Z.L.; Sumber Daya: N.Z.L.; Kurasi Data: N.Z.L.; Penulisan Draf Asli Persiapan: N.L. dan Z.L.; Penulisan Tinjauan dan Penyuntingan: Y.S. dan H.K.; Visualisasi: L.K.C.; Semua penulis, K.B.R., L.K.C., Y.S., H.K., dan J.H., telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan.

REFERENSI

- [1] E. Yusfita, "Faktor-faktor yang berhubungan dengan unsafe action pada pekerja bagian produksi pt batanghari barisan tahun 2021," *Jurnal Ekonomika Dan Bisnis*, vol. 3, no. 1, pp. 96–104, 2023.
- [2] I. Moridu, A. Purwanti, M. Melinda, R. F. Sidik, and A. Asfahani, "Edukasi keberlanjutan lingkungan melalui program komunitas hijau untuk menginspirasi aksi bersama," *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 4, no. 4, pp. 7121–7128, 2023.
- [3] S. I. Al-Hawary, J. R. N. Alvarez, A. Ali, A. K. Tripathi, U. Rahardja, I. H. Al-Kharsan, R. M. Romero-Parra, H. A. Marhoon, V. John, and W. Hussian, "Multiobjective optimization of a hybrid electricity generation system based on waste energy of internal combustion engine and solar system for sustainable environment," *Chemosphere*, vol. 336, p. 139269, 2023.
- [4] U. Rahardja, T. Hariguna, and Q. Aini, "Understanding the impact of determinants in game learning acceptance: An empirical study," *International Journal of Education and Practice*, vol. 7, no. 3, pp. 136–145, 2019.
- [5] P. Hendriyati, F. Agustin, U. Rahardja, and T. Ramadhan, "Management information systems on integrated student and lecturer data," *APTISI Transactions on Management*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2022.
- [6] Q. Aini, T. Hariguna, P. O. H. Putra, and U. Rahardja, "Understanding how gamification influences behaviour in education," *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, vol. 8, no. 1.5 Special Issue, pp. 269–274, 2019.
- [7] F. A. Rahardja, S.-C. Chen, and U. Rahardja, "Review of behavioral psychology in transition to solar photovoltaics for low-income individuals," *Sustainability*, vol. 14, no. 3, p. 1537, 2022.
- [8] O. N. N. Magetsari, L. F. Noviana, A. R. Ganani *et al.*, "Penyuluhan nilai ekonomi sampah rumah tangga bagi masyarakat kelurahan duri selatan," *ADI Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 2, pp. 31–38, 2022.
- [9] D. A. Kurniawan and A. Z. Santoso, "Pengelolaan sampah di daerah sepatan kabupaten tangerang," *ADI Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 1, pp. 31–36, 2020.
- [10] I. R. Lukman, R. Unaida *et al.*, "Pelatihan dan pendampingan masyarakat melalui pemanfaatan limbah kayu di desa ulee reuleueng kecamatan dewantara," *ADI Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 2, pp. 39–45, 2022.
- [11] S. Watini, R. Romdhonah, Y. Suhayati, N. Nurfaidah, E. Sutarsih, E. Sofiah, and H. Wawan, "Pengabdian kepada masyarakat kolaboratif, holistik, integratif, kreatif & inovatif di kecamatan sukaresmi," *ADI Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 3, no. 2, pp. 121–133, 2023.
- [12] U. Rahardja, P. A. Sunarya, N. Lutfiani, M. Hardini, and H. R. Dananjaya, "Analysis of renewable energy utilization using solar power technology in eliminating microplastic emissions," in *2022 IEEE Creative Communication and Innovative Technology (ICCIT)*. IEEE, 2022, pp. 1–6.
- [13] M. H. R. Chakim, Q. Aini, N. Lutfiani, N. Ramadhona, F. Ariyanto, and M. Hardini, "Quantifying the effects of renewable energy advancement: A statistical analysis method," in *2023 11th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*. IEEE, 2023, pp. 1–7.
- [14] S. C. Azhari, C. Saepulmilah, and A. H. Juhaeni, "Pelatihan pembuatan pupuk organik hasil fermentasi (porasi) untuk mempromosikan sds dalam model pertanian berkelanjutan," *ADI Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 4, no. 1, pp. 27–32, 2023.
- [15] Z. Lubis, M. Zarlis, M. R. Aulia, Y. W. Tanjung *et al.*, "Strategi optimalisasi adopsi teknologi sistem barcode di pt. langkat nusantara kepong," *Technomedia Journal*, vol. 8, no. 1 Juni, pp. 23–34, 2023.
- [16] N. E. Ayuna, "Peran komunikasi dalam proses akulturasi sistem sosial lokal," *Technomedia Journal*, vol. 8, no. 1 Juni, pp. 35–51, 2023.
- [17] S. N. Pattikawa and G. Hasan, "Pengaruh kepercayaan dan minat repurchase terhadap perilaku konsumen

- dalam berbelanja di e-commerce kota batam,” *Technomedia Journal*, vol. 8, no. 1 Juni, pp. 52–66, 2023.
- [18] N. Fitriawati, A. Maariz, M. A. Wiputra, M. R. D. Armanto, and E. Cahayani, “Inovasi prototipe: Sistem monitoring tinggi air dan curah hujan untuk peringatan banjir dengan pemanfaatan aplikasi iot blynk,” *ADI Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 4, no. 1, pp. 33–39, 2023.
- [19] W. Setyowati *et al.*, “Pengabdian masyarakat di sekolah menengah atas banten yang berfokus pada teknologi informasi untuk industri 4.0,” *ADI Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 4, no. 1, pp. 21–26, 2023.
- [20] A. Iriani, Q. Aini, E. Maria, A. Khoirunisa, and N. Septiani, “Kekuatan pendorong utama di balik adopsi pemasaran digital oleh startup,” *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*, vol. 3, no. 2, pp. 150–156, 2022.
- [21] R. Salam, Q. Aini, B. A. A. Laksminingrum, B. N. Henry, U. Rahardja, and A. A. Putri, “Consumer adoption of artificial intelligence in air quality monitoring: A comprehensive utaut2 analysis,” in *2023 Eighth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*. IEEE, 2023, pp. 1–6.
- [22] U. Rahardja, Q. Aini, D. Manongga, I. Sembiring, and Y. P. A. Sanjaya, “Enhancing machine learning with low-cost p m2. 5 air quality sensor calibration using image processing,” *APTISI Transactions on Management*, vol. 7, no. 3, pp. 201–209, 2023.
- [23] Q. Aini, P. A. Sunarya, N. Azizah, and A. A. Putri, “Pemanfaatan teknologi blockchain pada bidang kesehatan dengan sistematik literatur review,” *Prosiding CORISINDO 2023*, 2023.
- [24] U. Rahardja, Q. Aini, P. A. Sunarya, D. Manongga, and D. Julianingsih, “The use of tensorflow in analyzing air quality artificial intelligence predictions pm2. 5,” *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 4, no. 3, pp. 313–324, 2022.
- [25] A. A. Laksono, “The impact learning organization and organization culture to employee performance, mediated by knowledge sharing (empirical study on bumitama agri ltd.),” *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 5, no. 2, pp. 145–156, 2023.
- [26] F. Sutisna, T. Handra, and Y. P. Jap, “The influence of social media marketing on purchase impulses with brand attentiveness as a mediating variable on umkm x,” *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 5, no. 2, pp. 136–144, 2023.
- [27] A. K. Wardani, N. Hidayat, and Y. E. Patras, “Increasing professional commitment through strengthening transformational leadership and personal value with job satisfaction as intervening variable,” *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 5, no. 2, pp. 169–175, 2023.
- [28] R. D. Affandi, H. Pratiwi, M. I. Sa’ad *et al.*, “Application of the smarter method in determining the whitening of study permits and teacher study tasks,” *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 5, no. 2, pp. 205–215, 2023.
- [29] Q. Aini, D. Supriyanti, S. Dwi Andayani, S. Z. Friandi, R. Widayanti, S. Rosdiana, M. Kom, G. Maulani, S. Kom, M. Kom *et al.*, *Seni dan Sains CNC DIY: Jembatan Kreativitas dan Teknologi Mesin*. Asosiasi Pendidikan Tinggi Informatika dan Komputer (APTIKOM), 2023.
- [30] A. Sutarman, U. Rahardja, F. P. Oganda, S. Millah, and N. N. Azizah, “The role of information technology in empowering the creative economy for sustainable tourism,” *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 5, no. 2sp, pp. 175–185, 2023.
- [31] U. Rahardja, Q. Aini, D. Manongga, I. Sembiring, and I. D. Girinzio, “Implementation of tensor flow in air quality monitoring based on artificial intelligence,” *International Journal of Artificial Intelligence Research*, vol. 6, no. 1, 2023.
- [32] O. Candra, A. Chammam, U. Rahardja, A. A. Ramirez-Coronel, A. A. Al-Jaleel, I. H. Al-Kharsan, I. Muda, G. B. Derakhshani, and M. M. Rezai, “Optimal participation of the renewable energy in microgrids with load management strategy,” *Environmental and Climate Technologies*, vol. 27, no. 1, pp. 56–66, 2023.
-