

Edukasi Teknologi Pirolisis untuk Pengolahan Sampah di Kawasan Wisata Hutan Bambu Bekasi

Evelyne Hanasetta^{1*}, Maya D. D. Maharani², Lidia Handayani³, Felisha Belva Putri Ariwibowo⁴

^{1*,2,3,4}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Sahid, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia.

Corresponding Email: evelyne@usahid.ac.id^{1*}

Histori Artikel:

Dikirim 27 March 2024; *Diterima dalam bentuk revisi* 5 April 2024; *Diterima* 20 April 2024; *Diterbitkan* 10 Mei 2024. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STM IK Indonesia Banda Aceh.

Abstrak

Pengelolaan sampah menjadi isu lingkungan yang sangat dekat dengan masyarakat, namun isu sampah di tempat pariwisata umumnya belum dilakukan secara mandiri. Sampah di tempat pariwisata terdiri dari kemasan dan sisa makanan. Kemasan plastik banyak ditemukan pada makanan dan minuman yang sulit untuk diuraikan oleh alam. Metode Pirolisis yang dikenalkan pada pengelola kawasan wisata hutan bambu di Kota Bekasi dapat digunakan untuk mengolah sampah plastik sehingga sampah plastik dapat dikurangi dan jumlah sampah plastik di TPA juga dapat berkurang. Edukasi pirolisis dapat menjadi pilihan pengolahan sampah onsite, dengan hasil berupa minyak sejenis minyak tanah.

Kata Kunci: Pirolisis; Plastik; Kawasan Wisata; Pengelolaan Sampah Wisata.

Abstract

Waste management is an environmental issue that is very close to the community, but the problem of waste in tourism areas needs to be carried out more independently. Garbage at tourist attractions consists of packaging and food waste. Plastic packaging is often found in food and drinks, which makes it difficult for nature to break down. The pyrolysis method introduced to the management of the bamboo forest tourist area in Bekasi City can be used to process plastic waste so that plastic waste can be reduced and the amount of plastic waste in the *landfill* can also be reduced. Pyrolysis education can be an option for onsite waste processing, with the result being oil similar to kerosene.

Keyword: Pyrolysis; Plastic; Tourist Area; Tourism Waste Management.

1. Pendahuluan

Pengelolaan sampah telah menjadi isu krusial yang dihadapi masyarakat di seluruh dunia. Setiap harinya, aktivitas domestik menghasilkan timbulan sampah yang signifikan. Contohnya, pada tahun 2022, Provinsi Jawa Barat mencatat timbulan sampah mencapai 13.410 ton per hari, dengan Kota Bekasi sendiri menyumbang sekitar 1.830,63 ton per hari (SIPSN, 2023). Masalah sampah semakin mendesak dengan kejadian ledakan atau kebakaran di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bantar Gebang, yang menjadi TPA utama di Kota Bekasi, menunjukkan perlunya penanganan sampah yang holistik mulai dari sumbernya. Keberadaan tempat wisata sangat dibutuhkan oleh masyarakat di perkotaan, kegiatan istirahat pada akhir pekan dan libur nasional oleh masyarakat lokal dapat dilakukan di tempat wisata terdekat yang dapat dijangkau. Kegiatan pengunjung di lokasi wisata menimbulkan potensi negatif pada lokasi tersebut. Tempat wisata memiliki potensi sampah akibat aktivitas wisata berupa warung dengan jumlah timbulan 0,08kg/m².hari – 1,36 kg/m²/ hari dengan dominasi sampah dapur dan sisa makanan sebanyak 44,68% (Ashuri & Kustiasih, 2020). Sampah anorganik pada tempat wisata didominasi oleh plastic terutama plastic kemasan makanan dan minuman dengan jenis plastic PET atau PETE (Ellissi *dkk.*, 2022).

Selain dengan insinerator, sampah dapat diolah dengan berbagai teknologi, salah satunya adalah dengan menggunakan proses pirolisis. Proses pirolisis memanfaatkan metode pirolisis dalam mengolah sampah yang menerapkan konsep *'waste to energy'* sehingga hasil akhir dari proses pengolahan sampah dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar. Pirolisis merupakan teknologi dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen lainnya. Pirolisis dilakukan di dalam sebuah reaktor pengurangan atmosfer (hampa udara) pada temperature hingga 800°C (Ramadhan, & Ali, 2013). Proses Pirolisis atau bisa di sebut thermolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan pemanasan tanpa kehadiran oksigen. Proses pirolisis menghasilkan produk berupa bahan bakar padat yaitu karbon, cairan berupa campuran tar dan beberapa zat lainnya. Mitra Pengelola Kawasan Wisata Bambu Kecamatan Bekasi Timur, Kota Bekasi berkeinginan melakukan pengolahan sampah secara mandiri di kawasan, namun Mitra belum memahami secara sistematis acuan yang dipakai. Pengelola dihadapkan dengan kunjungan wisatawan yang banyak dan berpotensi dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, hal ini disebabkan oleh kebiasaan atau perilaku wisatawan yang belum disiplin dalam membuang sampah.

Taman Bambu Bekasi, yang terkenal sebagai hutan bambu di tengah kota, menjadi salah satu tempat wisata yang mengalami tantangan serupa. Pengelola Kawasan Wisata Bambu Kecamatan Bekasi Timur, Kota Bekasi, memiliki keinginan untuk mengelola sampah secara mandiri namun masih memerlukan bimbingan yang lebih sistematis. Mereka dihadapkan pada kunjungan wisatawan yang berpotensi menciptakan dampak negatif terhadap lingkungan, karena kurangnya disiplin dalam membuang sampah. Dalam artikel ini akan dibahas pendekatan edukasi Teknologi Pirolisis untuk Pengolahan Sampah di Kawasan Wisata Hutan Bambu Bekasi, sebagai upaya untuk memberikan solusi yang lebih berkelanjutan terhadap masalah pengelolaan sampah di tempat-tempat wisata.

1.1. Tujuan Kegiatan

Tujuan PKM Edukasi Teknologi Pirolisis Untuk Pengolahan Sampah Di Kawasan Wisata Hutan Bambu Bekasi adalah:

- 1) Meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dalam pengolahan sampah an-organik, khususnya plastik
- 2) Mengantisipasi jika terjadi penutupan baik permanen maupun sementara pelayanan TPA Bantargebang.

1.2. Manfaat Kegiatan

Kegiatan pengabdian memiliki beberapa manfaat yang dapat dirasakan oleh para mitra pengelola kawasan wisata hutan bambu di Bekasi Timur, Kota Bekasi. Pertama, melalui pendekatan edukasi tentang teknologi pirolisis, para mitra akan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam pengelolaan sampah, khususnya sampah anorganik seperti plastik. Dengan

pemahaman yang lebih baik tentang teknologi ini, mereka dapat mengambil langkah-langkah konkret untuk mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan. Kedua, penerapan teknologi pirolisis di kawasan wisata akan membawa manfaat ekonomi yang signifikan. Proses ini mengubah sampah menjadi bahan bakar yang dapat dimanfaatkan, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional. Selain itu, dengan menghasilkan bahan bakar secara mandiri, para mitra pengelola dapat mengurangi biaya operasional mereka dan bahkan memiliki potensi untuk memperoleh pendapatan tambahan melalui penjualan energi yang dihasilkan. Ketiga, pengelolaan sampah yang lebih efektif dan berkelanjutan akan memberikan dampak positif bagi lingkungan sekitar. Dengan mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke TPA dan menghasilkan energi dari sampah, akan terjadi pengurangan emisi gas rumah kaca dan pencemaran lingkungan. Hal ini akan membantu menjaga keberlanjutan lingkungan hidup di sekitar kawasan wisata hutan bambu Bekasi, serta meningkatkan kualitas udara dan tanah. Melalui pendekatan edukasi dan penerapan teknologi pirolisis, kegiatan ini tidak hanya akan memberikan manfaat bagi para mitra pengelola kawasan wisata, tetapi juga akan memberikan dampak positif yang luas bagi lingkungan dan masyarakat sekitarnya.

2. Metode Penelitian

2.1. Bentuk Kegiatan & Jadwal, Serta Tempat Kegiatan

a. Metode Pelaksanaan Kegiatan

Ketergantungan masyarakat dengan penggunaan plastik menimbulkan masalah yang berkelanjutan terkait pengelolannya. Paradigma yang terbangun di Mitra khususnya di desa Wisata Bambu yaitu sampah plastik dikelola dengan di bakar (*Renfile*) atau di kubur di dalam tanah. Padahal jika sampah di bakar akan mengakibatkan pencemaran udara dan dapat mengganggu kesehatan. Dan ketika di sampah plastik di kubur akan mempengaruhi unsur hara yang ada di dalam tanah. Dengan tata kelola yang salah atau belum sesuai maka akan menimbulkan masalah baru, maka dari itu solusi yang ditawarkan pengelolaan sampah plastik dengan menggunakan teknik pirolisis yang dapat mengonversi plastik menjadi minyak. Dengan melakukan sosialisasi pengelolaan sampah plastik dengan teknik pirolisis ini kami bertujuan dapat memberikan dampak positif terhadap Pengelola Kawasan Wisata Bambu di Kecamatan Bekasi Timur, Kota Bekasi.

Sebagai limbah anorganik yang sulit diurai oleh lingkungan, sampah plastik membutuhkan waktu 50 hingga 80 juta tahun agar bisa didegradasi oleh alam (Wicaksono & Ariyanto, 2017). Dalam pengelolannya sampah plastik yang sering dilakukan hanyalah dibuang di tanah atau di tong sampah lalu dibakar (*landfil*), dan juga didaur ulang (*recycle*). Tapi dari kedua langkah tersebut tidak mampu menjawab persoalan dari penumpukan sampah plastik, pengolahan sampah dengan menggunakan cara *landfill*, *open dumping* menimbulkan dampak negatif terhadap kondisi lingkungan sekitar, sedangkan mendaur ulang sampah plastik yang selalu dilakukan hanyalah mengubah sampah plastik menjadi wujud sampah plastik lainnya, sehingga masih belum mampu dalam menyelesaikan problem sampah plastik secara optimal (Wahyudi *et al.*, 2018). Dari persoalan diatas dibutuhkan metode yang efisien agar pengolahan sampah plastik tidak hanya mengurangi jumlah timbulannya saja, tetapi juga memberikan efek kebermanfaatannya terhadap masyarakat. Adapun metode yang bisa dilakukan diantaranya adalah pirolisis, thermal cracking, and catalytic cracking (Wahyudi *et al.*, 2018). Untuk proses pirolisis jenis plastic PET menghasilkan gas yang paling tinggi sedangkan HDPE menghasilkan wax (minyak) tertinggi (Rachmawati & Herumurti, 2015). Kegiatan PKM ini menggunakan metode diskusi dan sosialisasi. Adapun mekanisme pelaksanaan kegiatan meliputi:

1) Diskusi Tim Pengabdian dengan Mitra Pengelola

Diskusi Tim Pengabdian dan Mitra dilaksanakan oleh Ketua dan Anggota agar tujuan PKM dapat dimengerti secara optimal. Kemungkinan-kemungkinan kendala dan risiko yang mungkin terjadi didiskusikan sejak awal, sehingga diharapkan pelaksanaan PKM dapat lancar, dan bermanfaat bagi Mitra serta masyarakat sekitar. Metode diskusi adalah aktivitas pembelajaran yang pada penerapannya membahas suatu problem yang bisa berbentuk

pertanyaan atau fakta untuk dirundingkan bersamar. Model diskusi berfokus untuk bisa memecahkan masalah dampak pemenuhan kebutuhan Mitra.

2) Observasi lokasi kegiatan

Observasi di lokasi bertujuan untuk mendapatkan data tentang kondisi secara umum lapangan wilayah. Hal ini penting sebagai informasi awal kondisi fisik lingkungan dan potensi yang dimiliki mitra. Kegiatan dilaksanakan oleh Ketua dan Anggota. Sedangkan secara rinci tujuan observasi meliputi:

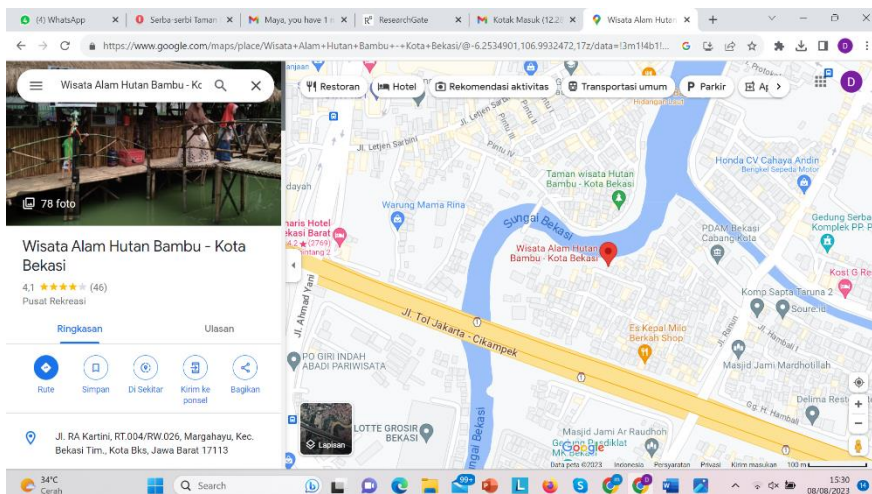
- a) Untuk menggambarkan objek lingkungan dan isinya serta segala yang berhubungan dengan objek kegiatan melalui pengamatan dengan menggunakan panca indera.
 - b) Untuk mendapatkan kesimpulan tentang lingkungan
 - c) Untuk mendapatkan suatu data atau informasi yang dapat dibagikan kepada pihak lain
 - d) Memungkinkan orang lain mudah menafsirkan hasil penemuan dan bagaimana akan diinterpretasikan.
 - e) Mencatat keadaan yang tidak dapat direplikasikan dalam suatu eksperimen.
- 3) Sosialisasi Pengolahan Sampah dengan Teknologi Pirolisis
Sosialisasi Pengolahan Sampah dengan Teknologi Pirolisis dengan menggunakan Drum bekas.

b. Waktu Efektif Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan ini dilaksanakan pada 14 Desember 2023, dengan mempertimbangkan kesiapan tim dan mitra, serta kondisi yang optimal untuk memastikan kelancaran pelaksanaan di lokasi yang telah ditentukan.

c. Tempat Kegiatan

Lokasi PKM Edukasi Teknologi Pirolisis Untuk Pengolahan Sampah Di Kawasan Wisata Hutan Bambu Bekasi.



Gambar 1. Lokasi PKM Edukasi Teknologi Pirolisis Untuk Pengolahan Sampah Di Kawasan Wisata Hutan Bambu Kelurahan Margahayu, Kecamatan Bekasi Timur, Kota Bekasi

Kawasan Wisata Hutan Bambu Kelurahan Margahayu, Kecamatan Bekasi Timur, Kota Bekasi memiliki luas sebesar 2,60 Ha merupakan salah satu Pelanggan Kawasan yang membuang sampah di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang. Jarak Kawasan Wisata Hutan Bambu Kelurahan Margahayu, Kecamatan Bekasi Timur, Kota Bekasi dengan TPST Bantargebang sekitar 15 km, sedangkan TPST Bantargebang memiliki luas 110,30 Ha. Pada tahun 2021, tinggi tumpukan sampah sudah mencapai lebih dari 40m, dari ketinggian maksimal 50m. Pada tahun 2019 ketinggian *open dumping* di TPST Bantargebang sudah mencapai 35m dan polusi udara sudah mencapai radius 10km.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pelaksanaan Pengabdian

Observasi Lokasi Kegiatan Program PKM di kawasan wisata hutan bamboo Bekasi diawali dengan diskusi antara tim dengan pengelola kawasan wisata. Diskusi ini dilakukan untuk menentukan lokasi dan persiapan kebutuhan PKM Edukasi Teknologi Pirolisis untuk Pengolahan Sampah di Kawasan Wisata Hutan Bambu Bekasi. Selain itu, kegiatan observasi ini juga untuk menentukan peserta dalam kegiatan PKM yang difokuskan pada pengelola kawasan wisata Hutan Bambu Bekasi. Observasi lokasi dilakukan oleh tim untuk mengetahui metode pengelolaan sampah eksisting. Pengelolaan sampah eksisting di Hutan Kota Bambu Bekasi dilakukan bekerja sama dengan DLH kota Bekasi untuk pengangkutan dan pengolahan sampah, selain itu pengelola melakukan pemisahan sampah minuman kemasan plastic dengan bekerjasama pada Bank Sampah setempat. Saat ini sampah di Hutan Kota Bambu Bekasi didominasi oleh kemasan makanan dan minuman, adapun toko penjual makanan di lokasi yang aktif hanya satu toko yang menghasilkan sampah domestic berupa sisa makanan dan kemasan makanan dan minuman siap jual.

3.1.1 Diskusi Tim Pengabdian dengan Mitra Pengelola

Kegiatan Edukasi Teknologi Pirolisis untuk Pengolahan Sampah di Kawasan Wisata Hutan Bambu Bekasi dilakukan dengan metode diskusi. Diskusi dilakukan antara tim PKM dengan pengelola kawasan wisata hutan kota bambu dengan cara tanya jawab metode pengelolaan sampah eksisting dan metode lain yang dapat dikembangkan. Komponen Pirolisis terdiri atas beberapa komponen utama yang digunakan untuk membuat alat *pirolisis* adalah *reaktor*, *kondensor*, *penampung tar*, dan *penampung bio-oil*. Komponen lain yang digunakan dalam pembuatan alat *pirolisis* meliputi pompa air, burner, tabung destilat, tabung penyaring, tabung *pirolisis*, lubang udara, lubang bahan bakar, *termokopel*, pengukur tekanan, blower, kompor, drum bekas, pipa galvanis, tabung freon, botol kaca, tabung nitrogen, rotameter, elektrik *furnace* (Rafi, 2019; Kuncoro, & Wisnugroho, 2019; Rahmanpiu, 2019; Yusrizal, & Idris, 2016; Sa'diyah, & Juliastuti, 2015; Ridhuan *dkk.*, 2019). Reaktor berfungsi untuk menguraikan limbah dengan menggunakan suhu tinggi dan kondisi hampa udara. Ruang reaktor terbuat dari pipa stainless steel dengan diameter dalam adalah 254,0 mm, ketebalan dinding 13,0 mm, dan tinggi 500,0 mm. Pada bagian atas ruang reaktor dipasang penutup yang diikat dengan baut untuk bisa membuka bagian atas dari reaktor dan harus ditutup dengan rapat saat proses pirolisis berlangsung untuk menghindari dari kebocoran (Yusrizal & Idris, 2016). Kondensor digunakan untuk mengondensasi hasil pembakaran dari reaktor. Uap hasil dari reaktor pirolisis dialirkan kerangkaian kondensor yang dialiri air pendingin, kemudian likuid hasil kondensasi dikumpulkan dalam wadah.



Gambar 2. Kegiatan PKM di Hutan Bambu

3.1.2 Sosialisasi Pengolahan Sampah dengan Teknologi Pirolisis

Program edukasi Teknologi Pirolisis untuk Pengolahan Sampah di Kawasan Wisata Hutan Bambu Bekasi dilakukan dengan metode ceramah (pemaparan materi) yang dibantu secara visual dengan poster dan video. Pembuatan media visual dilakukan untuk mempermudah peserta kegiatan untuk Memahami materi tentang Pirolisis.



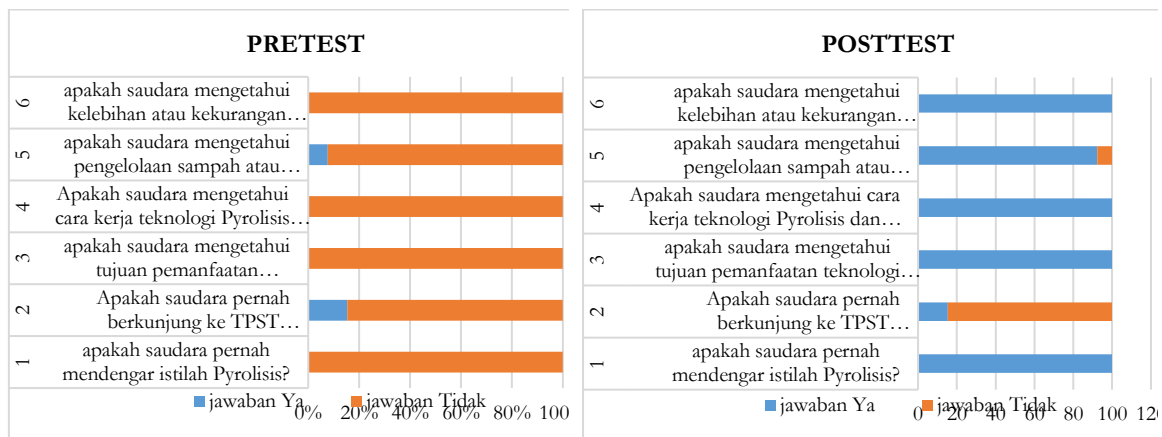
Gambar 3. Poster Pirolisis (kiri), video pirolisis (kanan)

3.2. Masyarakat Sasaran

Masyarakat sasaran dari kegiatan ini adalah para pengelola kawasan wisata Hutan Bambu Bekasi, terutama yang terlibat langsung dalam manajemen dan pengelolaan sampah di lokasi tersebut. Mereka merupakan individu yang memiliki peran penting dalam menjaga kebersihan lingkungan dan berpotensi untuk mengambil langkah-langkah konkret dalam mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan. Selain itu, masyarakat sasaran juga mencakup karyawan atau pekerja yang bertugas di tempat-tempat wisata tersebut, seperti penjaga kebersihan, petugas parkir, atau petugas administrasi. Mereka secara langsung terlibat dalam aktivitas sehari-hari di lokasi wisata dan dapat menjadi agen perubahan dalam menerapkan praktik pengelolaan sampah yang lebih baik. Selain itu, kegiatan ini juga dapat melibatkan partisipasi aktif dari masyarakat sekitar yang menjadi pengunjung tempat wisata. Mereka dapat diedukasi tentang pentingnya pengelolaan sampah yang bertanggung jawab selama berkunjung dan diberikan pemahaman tentang metode pirolisis sebagai salah satu solusi dalam mengelola sampah plastik. Dengan melibatkan berbagai pihak dari masyarakat sasaran ini, diharapkan kegiatan pengabdian ini dapat memberikan dampak yang lebih luas dan berkelanjutan dalam pengelolaan sampah di Kawasan Wisata Hutan Bambu Bekasi.

3.3. Pembahasan

Evaluasi kegiatan PKM ini dilakukan dengan *pre-test* dan *posttest*, evaluasi ini dilakukan untuk mengukur pemahaman yang diterima oleh peserta PKM. Selanjutnya jawaban dari peserta diolah untuk mendapatkan perubahan pengetahuan peserta mengenai pirolisis.



Gambar 4. Hasil *Pre-test* & *Post-test*

Hasil *Pre-test* menunjukkan pengetahuan peserta tentang pirolisis adalah 4%, sedangkan *posttest* menunjukkan pengetahuan peserta tentang pirolisis meningkat menjadi 85% atau meningkat 81%. Umumnya peserta tidak mengenal metode Pirolisis sebelum adanya edukasi, sehingga hasil yang didapatkan sebelum dan sesudah edukasi berbeda jauh. Namun untuk metode pengelolaan sampah konvensional telah diketahui termasuk lokasi TPA terdekat yakni TPA Bantargebang. Klasifikasi sampah juga telah diketahui dengan 2 pengelompokan sampah organik dan anorganik.

4. Kesimpulan

Kegiatan edukasi pengelola kawasan wisata yang telah dilakukan memberikan pengetahuan baru dalam pengelolaan limbah yang dapat dilakukan on site sehingga jumlah sampah yang dihasilkan dan dikelola hingga ke TPA dapat berkurang. Perubahan pola pikir dapat dilihat dari hasil *pre-test* dan *post-test* yakni adanya peningkatan pengetahuan mencapai 81%. Kegiatan edukasi yang dilakukan pada anggota pengelola kawasan wisata dilakukan dengan ceramah, diskusi dan visual (poster dan video).

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Sahid untuk bantuannya dalam penyusunan PKM ini.

6. Daftar Pustaka

Ashuri, A., & Kustiasih, T. (2020). Timbulan Dan Komposisi Sampah Wisata Pantai Indonesia, Studi Kasus: Pantai Pangandaran. *Jurnal Permukiman*, 15(1), 1-9. OI: <https://doi.org/10.31815/jp.2020.15.1-9>

Ellissi, W., Irawan, Y. K., Prastowo, A., & Arisinta, M. S. (2022). Upaya Pengelolaan Sampah di Kawasan Pariwisata Air Terjun Dait dan Setegung. *Reswara: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2). DOI: <https://doi.org/10.46576/rjpkm.v3i2.1838>

- Kuncoro, A., & Wisnugroho, S. (2019). Desain Sistem Pirolisis untuk Pengelolaan Sampah Plastik di Perairan Wakatobi. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.36499/psnst.v1i1.2812>
- Rachmawati, Q., & Herumurti, W. (2015). Pengolahan sampah secara pirolisis dengan variasi rasio komposisi sampah dan jenis plastik. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), D27-D29. DOI: <http://dx.doi.org/10.12962/j23373539.v4i1.8848>
- Rafi, A. (2019). Analisis energi terbrukan pada proses pirolisis dengan memanfaatkan sampah plastik. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(01), 30.
- Rahmanpiu, R. (2019). Studi Pendahuluan Pengembangan Alat Pirolisis Sampah Plastik Polipropilena (PP) Menggunakan Drum Sisa Pakai. *Gema Pendidikan*, 26(1), 1–9.
- Ramadhan, A., & Ali, M. (2012). Pengolahan sampah plastik menjadi minyak menggunakan proses pirolisis. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4(1), 44-53.
- Sa'diyah, K., & Juliastuti, S. R. (2015). Pengaruh jumlah katalis zeolit alam pada produk proses pirolisis limbah plastik polipropilen (PP). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(2), 40-45.
- SIPSN, S. I. (2023). Grafik komposisi sampah berdasarkan jenis sampah. Jakarta: Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Retrieved from <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Wahyudi, J., Prayitno, H. T., & Astuti, A. D. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan Dan IPTEK*, 14(1), 58–67. DOI: <https://doi.org/10.33658/jl.v14i1.109>
- Wicaksono, M. A., & Arijanto, A. (2017). Pengolahan sampah plastik jenis PET (Polyethylene perephthalathe) menggunakan metode pirolisis menjadi bahan bakar alternatif. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 9-15. .
- Yusrizal, M. T., & Idris, M. (2016). Pengujian Pirolisis Kayu Dengan Metode Hampa Udara Untuk Memproduksi Bahan Bakar Gas. *Jurnal Inotera*, 1(1), 57-63. DOI: <https://doi.org/10.31572/inotera.Vol1.Iss1.2016.ID8>.