

MEMBANGUN DESA MANDIRI ENERGI MELALUI PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI BBM ALTERNATIF DI DESA HANURA KECAMATAN TELUK PANDAN PESAWARAN

Building An Energy Self-Sufficient Village Through Plastic Waste Processing Into Alternative Fuel In Hanura Village, Teluk Pandan Subdistrict, Pesawaran Regency

Syaiful Bahri^{*}, Yuli Ambarwati, Sri Waluyo, Rasmi Zakiah Oktarlina, Notiragayu

¹Jurusan Kimia Universitas Lampung, ²Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung,

³Jurusan Matematika Universitas Lampung, ⁴Pendidikan Dokter Universitas Lampung

Jalan Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 3514

*Alamat Korespondensi: syaiful.bahri@fmipa.unila.ac.id

(Tanggal Submission: 23 September 2024, Tanggal Accepted : 06 November 2024)



Kata Kunci :

BBM, Desa Hanura, Pirolisis, Pirolisator, Sampah Plastik

Abstrak :

Pasar di Desa Hanura menghadapi masalah serius terkait sampah, terutama karena lokasinya dekat dengan jalur utama wisata pantai yang ramai saat liburan. Peningkatan aktivitas di pasar menghasilkan lebih banyak sampah, yang biasanya hanya dipindahkan ke TPA, tetapi cara ini kurang efektif. Sampah plastik menjadi masalah terbesar kedua setelah sampah organik dan sulit terurai secara alami, sehingga diperlukan solusi lain untuk mengurangi timbunan sampah. Dalam rangka membantu mengurangi sampah yang ada, khususnya sampah plastik, maka tim pengabdian kepada masyarakat Unila mencoba melakukan pengelolaan sampah yang lebih baik. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya tahun 2019 Bahri *et al.*, (2019), sampah plastik dapat diolah untuk dijadikan Bahan Bakar Minyak (BBM) alternatif melalui proses pirolisis menggunakan alat yang disebut sebagai pirolisator. Dengan sumber sampah plastik dan lokasi yang strategis di Desa Hanura maka dilakukan kegiatan pengembangan dan aplikasi dari kegiatan yang dilakukan sebelumnya melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan skema diseminasi hasil riset ini. Hasil kegiatan ini adalah alat pengolah sampah plastik menjadi BBM alternatif berupa pirolisator tiga kondensor. BBM hasil pirolisis sampah plastik dikarakterisasi profil kromatogramnya menggunakan alat Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS), dan diukur nilai kalorinya menggunakan kalorimeter bom serta angka oktan menggunakan Octan Number Tester. Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Hanura secara kognitif menunjukkan bahwa masyarakat Desa Hanura sangat antusias dalam menerima pelatihan, terutama terkait pengolahan sampah plastik menjadi BBM dengan keseluruhan pencapaian tujuan intruksional khusus sebesar 53%.

Key word :

Oil-based Fuel, Hanura Village, Pyrolysis, Pyrolizer, Plastic Waste

Abstract :

The market in Hanura Village faces serious problems related to rubbish, especially because it is located close to the main beach tourist route which is busy during holidays. Increased activity in markets produces more waste, which is usually simply transferred to landfill, but this method is less effective. Plastic waste is the second biggest problem after organic waste and is difficult to decompose naturally, so other solutions are needed to reduce waste accumulation. To tackle this issue, the Unila community service team proposes a more efficient plastic waste management system. Drawing from Bahri *et al.*, (2019), their research demonstrates that plastic waste can be converted into alternative fuel through a pyrolysis process, utilizing a device known as a pyrolizers. With an abundant supply of plastic waste and Hanura Village's strategic location, the development and application of this process are being implemented through a community service program based on research dissemination. The result of this activity is a plastic waste processing tool that converts waste into alternative fuel in the form of a pyrolyzer with three condensers. The fuel produced from the pyrolysis of plastic waste is characterized by its chromatogram profile using Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS), and its calorific value is measured using a bomb calorimeter, while the octane number is determined using an Octane Number Tester. The results of the community service activity in Hanura Village cognitively show that the residents of Hanura Village were highly enthusiastic about receiving the training, especially related to the processing of plastic waste into fuel, with an overall achievement of specific instructional objectives reaching 53%.

Panduan sitasi / citation guidance (APPA 7th edition) :

Bahri, S., Ambarwati, Y., Waluyo, S., Oktarlina, R. Z., & Notiragayu. (2024). Membangun Desa Mandiri Energi Melalui Pengolahan Sampah Plastik Menjadi BBM Alternatif di Desa Hanura Kecamatan Teluk Pandan Pesawaran. *Jurnal Abdi Insani*, 11(4), 2401-2408. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i4.2025>

PENDAHULUAN

Hanura adalah salah satu desa yang terletak di kecamatan Teluk Pandan yang memiliki banyak potensi dalam perkembangan ekonomi desanya, salah satu potensi tersebut yaitu Pasar. Pasar merupakan pusat terjadinya interaksi para warga, di tempat inilah banyak warga berkumpul, melakukan jual beli untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Namun, terdapat satu permasalahan yang selalu menyertai tempat yang menjadi pusat keramaian, hal tersebut adalah sampah (Hasibuan, 2016). Pada tahun 2022, sampah yang tidak sesuai dengan standar SNI 19-2454-2002, 2010, sebagian besar berasal dari pasar dan kawasan pemukiman. Di pasar, timbulan sampah tercatat sebesar 2,40 kg/m² dengan volume 4,80 m³/m², yang jauh melebihi batas standar berat 0,100-0,300 kg/m² dan volume 0,20-0,60 m³/m². Sementara itu, timbulan sampah di pemukiman mencapai berat 0,40 kg per orang dan volume 2,54 liter per orang (Putri & Ahyani, 2022).

Dalam kehidupan sehari-hari, plastik memiliki peran yang penting dan banyak digunakan, seperti untuk wadah kemasan makanan dan minuman, bahan baku perabotan rumah tangga, serta untuk memenuhi kebutuhan hidup lainnya. Oleh karena itu, dari semua jenis sampah yang ada di masyarakat, plastik merupakan jenis sampah terbesar kedua setelah sampah organik (Semernya *et al.*, 2017). Sampah plastik menjadi isu serius di seluruh dunia karena tidak dapat terdegradasi secara alami. Meskipun akan terurai seiring waktu, proses ini membutuhkan ratusan tahun untuk terjadi. (Nasution, 2015).



Di Indonesia, penggunaan plastik juga mengalami peningkatan, mencapai 200 ton setiap tahunnya. Pada tahun 2011, total penggunaan plastik mencapai 2,6 juta ton, di mana sampah plastik menyumbang sekitar 15% atau sekitar 28.400 ton setiap harinya (Iswadi *et al.*, 2017). Tantangan terbesar adalah praktik pembuangan ilegal, di mana banyak sampah plastik dibuang sembarangan di darat maupun di laut. Selain itu, teknologi pengolahan sampah plastik yang kurang memadai juga menjadi masalah, karena beberapa metode belum cukup efektif untuk menangani volume sampah yang besar. Di samping itu, rendahnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sampah plastik semakin memperparah keadaan ini (Rafi & Perkasa, 2023).

Untuk membantu mengurangi timbunan sampah yang ada, khususnya sampah plastik, maka perlu dilakukan pengelolaan sampah yang baik. Misalnya sampah plastik yang dimanfaatkan menjadi paving blok seperti penelitian yang dilakukan Ambarwati *et al.*, (2022), dijadikan kerajinan tangan (Nasution *et al.*, 2018), serta bisa juga dengan membuat koperasi sampah yang dapat membantu mensejahterakan masyarakat seperti yang dilakukan Saidah *et al.*, (2022).

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh tim pengabdian kepada masyarakat Bahri *et al.*, (2019), menyatakan bahwa sampah plastik dapat diolah menjadi bahan bakar minyak alternatif melalui proses pirolisis. Pirolisis adalah proses pemecahan termal bahan berbasis karbon dengan memanfaatkan sumber panas eksternal yang tidak langsung (Wajdi *et al.*, 2020). Pirolisis menggunakan alat yang dikenal sebagai pirolisator (Guntur *et al.*, 2011). Pembakaran dilakukan selama 4 jam dalam suhu 400 °C agar minyak yang dihasilkan lebih banyak (Yani, 2021).

Dengan mengolah sampah plastik menjadi BBM, diharapkan sampah plastik yang ada di Desa Hanura dapat berkurang, dimana sebagian besar sampah di Desa ini dihasilkan dari Pasar, tempat yang menjadi pusat interaksi atau aktivitas warga karena letaknya di dekat perlintasan jalan menuju wisata pantai yang sangat padat pada hari libur. Kondisi ini tentunya membuat sampah yang dihasilkan jauh lebih banyak dan ini juga yang membuat masalah sampah di Desa Hanura lebih menantang untuk diselesaikan. Selain itu, pemanfaatan sampah plastik untuk bahan bakar juga dapat mengurangi penggunaan minyak bumi (Jariyanti *et al.*, 2022). Kegiatan ini dapat menjadi model yang dapat dikembangkan di tingkat kecamatan, kabupaten, atau provinsi. Partisipasi masyarakat merupakan elemen kunci dalam pengelolaan sampah terpadu. Keterlibatan masyarakat berarti berperan aktif dalam program yang diajukan.

METODE KEGIATAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan pada tanggal 29 Agustus 2024 di Balai Desa Hanura, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran. Pelaksanaan dimulai dengan survei lapangan dan komunikasi dengan Ketua BUMDES Desa Hanura serta pengelola sampah pasar Hanura, yang melibatkan 25 orang peserta. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini meliputi:

1. Ceramah

Metode ceramah digunakan untuk menyampaikan materi tentang pengelolaan sampah, dimulai dengan penyuluhan tentang pemilahan sampah organik dan anorganik. Selanjutnya, peserta diajarkan konsep 3R:

- **Reduce (Mengurangi):** Mengurangi sampah dengan memilih produk dengan kemasan lebih sedikit.
- **Reuse (Menggunakan Kembali):** Memanfaatkan barang yang masih bisa digunakan, seperti botol dan kantong.
- **Recycle (Mendaur Ulang):** Mengolah barang bekas menjadi produk baru, seperti kertas dan plastik.

Materi ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pengelolaan sampah, dengan fokus utama pada teknik pirolisis, yang mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak alternatif yang setara dengan solar, minyak tanah, dan premium.

2. Demonstrasi

Metode ini diterapkan untuk mempraktikkan pengolahan sampah rumah tangga yaitu sampah plastik menjadi bahan bakar minyak (BBM) alternatif menggunakan alat pirolisator, kondensor sebagai pendingin, kemudian dikarakterisasi profil kromatogramnya menggunakan alat Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS), dan diukur nilai kalorinya menggunakan kalorimeter bom serta angka oktan menggunakan Octan Number Tester. Adapun proses pembuatan BBM dari sampah plastik meliputi:

Proses pelatihan pembuatan bahan bakar alternatif dari sampah plastik umumnya melibatkan beberapa langkah penting:

- 1) **Pengenalan Teori:** Peserta diberikan pengetahuan mengenai berbagai jenis plastik, karakteristiknya, serta dampak pencemarannya. Mereka juga dijelaskan tentang bahan bakar alternatif dan manfaatnya.
- 2) **Pengumpulan Sampah Plastik:** Peserta diajarkan cara mengumpulkan sampah plastik yang bisa didaur ulang, seperti botol, kantong, dan wadah makanan, dengan metode selektif.
- 3) **Pembersihan dan Pemoongan:** Sampah plastik yang sudah dikumpulkan dibersihkan dari kotoran dan sisa makanan, lalu dipotong menjadi ukuran kecil untuk mempermudah proses selanjutnya.
- 4) **Proses Pirolisis:** Peserta diperkenalkan pada teknik pirolisis, yaitu pemanasan plastik tanpa oksigen untuk mengubahnya menjadi minyak. Ini dilakukan dengan menggunakan alat pirolisis yang telah disiapkan.
- 5) **Pengolahan Minyak:** Setelah proses pirolisis, minyak yang dihasilkan disaring untuk menghilangkan kotoran dan air, sehingga siap digunakan sebagai bahan bakar.
- 6) **Uji Kualitas:** Peserta melakukan pengujian kualitas minyak yang dihasilkan untuk memastikan bahwa bahan bakar alternatif tersebut memenuhi standar yang diperlukan.

3. Diskusi Kelompok

Diskusi kelompok dilakukan untuk memfasilitasi tanya jawab tentang pembuatan BBM dari sampah plastik. Metode ini membantu peserta memahami materi dan memberikan ruang bagi mereka untuk berpartisipasi aktif, sehingga tercipta komunikasi dua arah yang efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian dilangsungkan pada hari Kamis, tanggal 29 Agustus 2024. Kegiatan pengabdian dihadiri oleh 25 orang peserta (semua peserta yang diundang hadir) dan peserta menunjukkan antusiasme cukup besar terhadap program pengabdian dari tim PKM Jurusan Kimia FMIPA Unila. Kegiatan PKM diawali dengan penyampaian gagasan pelaksanaan pengabdian kepada Kepala Desa Hanura, Sekretaris Desa dan Ketua BUMDES Hanura yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penyampaian gagasan pelaksanaan pengabdian

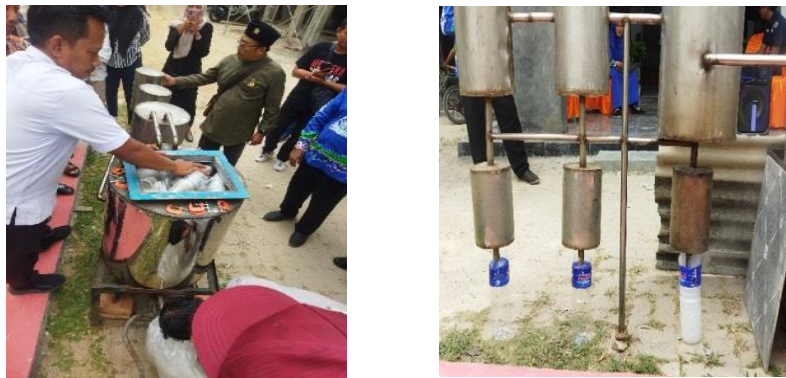
Pada kesempatan ini, tim pengabdian memaparkan rencana pelaksanaan kepada PJ Kepala Desa Hanura, Sekretaris Desa, dan Ketua BUMDES Hanura mengenai topik sampah serta solusi yang diusulkan oleh para ahli. Kegiatan ini berlangsung dengan baik, di mana pamong desa, anggota PKK, pengurus BUMDES, dan para remaja di lokasi pengabdian menyambut kedatangan tim PKM Jurusan

Kimia FMIPA Unila dengan antusias. Materi pelatihan disampaikan oleh tim PKM Jurusan Kimia FMIPA Unila yang tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemaparan materi oleh tim pelaksana

Pada umumnya proses pengolahan sampah plastik diubah menjadi bahan bakar minyak dengan cara metode pirolisis. Proses pirolisis terurai menjadi fase gas melalui pemecahan struktur kimia material mentah. Termolisis merupakan jenis yang lebih umum, sedangkan pirolisis adalah bentuk khususnya. Karbonisasi merujuk pada pirolisis yang dilakukan secara ekstrem, di mana hanya karbon yang tertinggal sebagai residu (Kramer *et al.*, 2009). Dalam kegiatan ini pengolahan sampah plastik (anorganik) menjadi bahan bakar minyak (BBM) dilakukan dengan pirolisis. Dalam metode ini, plastik terlebih dahulu dipanaskan pada suhu di atas 400 derajat Celsius tanpa kehadiran oksigen. Pada suhu tersebut, plastik akan meleleh dan berubah menjadi gas. Selama proses ini, rantai panjang hidrokarbon akan terpotong menjadi rantai yang lebih pendek (Syamsiro *et al.*, 2014). Proses pembakaran sampah plastik berlangsung selama sekitar empat jam. Setelah itu, uap yang dihasilkan dari pembakaran akan diteruskan melalui pipa pendingin, di mana uap tersebut mengalami proses penyubliman dan berubah menjadi zat cair. Zat cair inilah yang menjadi minyak mentah, yang merupakan cikal bakal bahan bakar minyak. Proses pirolisis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses pirolisis

Berikut adalah hasil pelaksanaan kegiatan pelatihan pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak adalah sebagai berikut:

- Minat yang ditunjukkan peserta cukup tinggi terhadap program pengabdian dari tim PKM Jurusan Kimia FMIPA Unila.
- Materi pelatihan berhasil disampaikan oleh tim PKM Jurusan Kimia FMIPA Unila, meskipun tidak secara rinci karena terbatasnya waktu.
- Kemampuan peserta dalam menguasai materi pembuatan bahan bakar minyak dari sampah plastik dengan metode pirolisis cukup baik, seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bahan Bakar Minyak Hasil dari Sampah Plastik

Untuk melihat antusiasme peserta dalam mengikuti kegiatan pengabdian ini maka dilakukan pre tes dan postes. Hasil pencapaian TIK pada pre test dan post test dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan hasil pencapaian TIK pada pre test dan post test

No	Tujuan Instruksional Khusus (TIK)	Pencapaian TIK (%)		
		Pre test	Post test	Peningkatan
1	Mengetahui pemahaman peserta tentang bahan baku untuk pengolahan sampah plastik menjadi BBM alternatif	42	96	54
2	Meningkatkan pengetahuan peserta mengenai produksi BBM alternatif sampah organik dapur rumah tangga	30	88	58
3	Meningkatkan pengetahuan peserta tentang manajemen pemasaran	32	76	44
4	Meningkatkan pengetahuan peserta tentang pembukuan	26	92	66
5	Meningkatkan pengetahuan peserta tentang kewirausahaan dan bisnis	28	82	54
	Rata-Rata	32	85	53

Data pada Tabel 1 menunjukkan peningkatan rata-rata 53% pada nilai TIK setiap peserta setelah kegiatan pengabdian, yang mencerminkan peningkatan signifikan dalam pengetahuan masyarakat tentang pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. Survei lapangan pada minggu ke-1 dan ke-3 setelah sosialisasi menunjukkan bahwa beberapa warga mulai memilah sampah organik dan anorganik serta menggunakan metode pirolisis untuk mengolah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak, menunjukkan peningkatan kesadaran dan partisipasi warga.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Hanura menunjukkan bahwa masyarakat Desa Hanura sangat antusias dalam menerima pelatihan, terutama terkait pengolahan sampah plastik menjadi BBM alternatif dengan keseluruhan pencapaian TIK sebesar 53%. Masyarakat Desa Hanura juga telah memiliki kesadaran yang cukup tinggi untuk dapat mengolah sampah Anorganik dan Organik.

Dengan pengetahuan yang diperoleh, diharapkan mereka mampu mengolah sampah plastik menjadi bahan bakar secara mandiri. Sebagai saran, kegiatan pengabdian masyarakat seperti ini sebaiknya dilakukan secara berkala dan diperluas ke desa dan kelurahan lain di Provinsi Lampung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lampung (LPPM Unila) atas bantuan dana BLU Pengabdian melalui skema Desiminasi Hasil Riset 2024 sehingga pengabdian masyarakat ini dapat terlaksana. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada aparat desa dan masyarakat Desa Hanura yang antusias menerima ilmu dan pelatihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, Y., Qunifah, V., Bahri, S., Marlina, L., Hadi, S., Laila, S., & Hendri, J. (2022). Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Paving Blok di Desa Hajimena–Natar, Lampung Selatan. *Jurnal Abdi Insani*, 9(3), 852–858. <http://repository.lppm.unila.ac.id/50449/1/581>
Article%20Jurnal%20Abdi%20Insani.pdf
- Bahri, S., Ambarwati, Y., Martin, Y., & Marlina, L. (2019). Edukasi Pengolahan Sampah Plastik Menjadi BBM di Desa Hajimena Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan. Prosiding Penelitian Tema Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan Dalam Revolusi Industri 4.0, 243–247. <https://feb.unila.ac.id/wp-content/uploads/2019/11/38.-Syaiful-Bahri-Edukasi-Pengolahan-Sampah-Plastik-Menjadi-BBM-di-Desa-Hajimena-Kecamatan-Natar-Kabupaten-Lampung-Selatan.pdf>
- Guntur, R., Kumar, D., & Reddy, V. K. (2011). Experimental Evaluation of A Diesel Engine With Blends Of Diesel-Plastic Pyrolysis oil. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 3, 6.
- Hasibuan, R. (2016). Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga Terhadap Lingkungan Hidup. *Ilmu Advokasi*, 4(1), 42–52. <https://www.neliti.com/publications/323463/analisis-dampak-limbahsampah-rumah-tangga-terhadap-pencemaran-lingkungan-hidup>
- Iswadi, D., Nurisa, F., & Liastuti, E. (2017). Pemanfaatan Sampah Plastik LDPE dan PET Menjadi Bahan Bakar Minyak Dengan Proses Pirolisis. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, 1(2).
- Jariyanti., Tahir, R. B., & Sajaruddin. (2022). Pemanfaatan Limbah Plastik Botol Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif Energi Terbarukan. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Komunikasi*, 2(1), 12–18.
- Kramer, C. A., Loloee, R., Wichman, I. S., & Ghosh, R. N. (2009). Time Resolved Measurements of Pyrolysis Products from Thermoplastic Poly-methyl-methacrylate (PMMA). In *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, 99–105. <https://asmedigitalcollection.asme.org/IMECE/proceedings-abstract/IMECE2009/43765/99/341991>
- Nasution, R. S. (2015). Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik. *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology*, 1(1), 97–104. <https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/elkawnie/article/view/522>
- Nasution, S. R., Rahmalina, D., Sulaksono, B., & Doaly, C. O. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Kerajinan Tangan di Kelurahan Srengseng Sawah Jagakarsa Jakarta Selatan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(2), 117–123.
- Putri, E. T., & Ahyani, M. (2022). Optimalisasi Pengelolaan Sampah di Desa Hanura Kecamatan Teluk Pandan Kabupaten Pesawaran Lampung. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Ruwa Jurai*, 16(1), 31–40.
- Rafi, P., & Perkasa, M. N. (2023). Dampak Kerusakan Terhadap Lingkungan Yang Disebabkan Oleh Sampah Plastik Berdasarkan Tinjauan UU No. 18 Tahun 2008. *Jurnal Multidisiplin Indonesia*, 2(7), 1420.
- Saidah, H., Rawiana, S., Yuniarti, R., Sideman, I. A. O. S., & Widianty, D. (2022). Pengembangan Koperasi Sampah Untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat Desa Jelantik Kabupaten Lombok Tengah.

Jurnal Abdi Insani, 9(1), 169–176. <https://media.neliti.com/media/publications/441533-waste-cooperatives-development-for-impro-cbe1cab9.pdf>

Semernya, L., Ramola, A., Alfthan, B., & Giacobelli, C. (2017). Waste Management Outlook for Mountain Regions: Sources And Solutions. *Waste Management & Research*, 35(9), 935–939. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28653582/>

Syamsiro, M., Saptoadi, H., Norsujianto, T., Noviasri, P., Cheng, S., Alimuddin, Z., & Yoshikawa, K. (2014). Fuel Oil Production From Municipal Plastic Wastes In Sequential Pyrolysis and Catalytic Reforming Reactors. *Energy Procedia*, 47, 180–188. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.01.212>

Wajdi, B., Safiruddin., Novianti, B. A., & Zahara, L. (2020). Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM) Dengan Metode Pirolisis Sebagai Energi Alternatif. *Kappa Journal*, 4(1), 102.

Yani, A. (2021). Pengolahan Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Untuk Mengatasi Sampah Plastik di Kota Bontang. *Jurnal Sains Terapan*, 7(2), 36–41.