

Konversi Limbah Styrofoam menjadi Liquid-Fuel Anorganik Melalui Teknologi Pirolisis di Kampung Nelayan

Mufti Hatur Rahmah^{1*}, M. Irfan², Musafira Musafira³

^{1,2,3}Universitas Sulawesi Barat

*Corresponding author, e-mail: muftihaturrahmah@unsulbar.ac.id.

Abstrak

Program pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan di pesisir Cilallang dengan tujuan mengelola limbah anorganik, khususnya *styrofoam* bekas wadah hasil tangkapan nelayan, menggunakan teknologi pirolisis *multi-feedstock* untuk menghasilkan *Liquid-Fuel* Anorganik. Kegiatan ini berlangsung dari Juni hingga Desember 2024 dan terdiri dari enam tahapan utama. (1) Observasi awal dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan lingkungan serta potensi implementasi teknologi pirolisis. (2) Penyusunan program kerja dan rencana teknis melibatkan masyarakat dan pemerintah desa untuk memastikan strategi yang sesuai. (3) *Kick-off meeting* diadakan guna menyosialisasikan tujuan serta membangun komitmen bersama. (4) Pelatihan dan pendampingan teknis diberikan kepada 25 peserta, termasuk nelayan dan pemuda desa, dalam pembuatan serta pengoperasian alat pirolisis berbahan dasar drum bekas. (5) Pelatihan konversi sampah anorganik menjadi *Liquid-Fuel* Anorganik dilakukan, memastikan peserta memahami pemanfaatan hasil pirolisis sebagai alternatif bahan bakar bagi nelayan. (6) Monitoring dan evaluasi dilakukan menggunakan angket pre-test dan post-test, menunjukkan peningkatan pemahaman peserta dari 32% sebelum pelatihan menjadi 100% setelah pelatihan. Program ini terbukti efektif dalam mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus memberdayakan masyarakat secara ekonomi. Produk *Liquid-Fuel* Anorganik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk operasional perahu nelayan, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Dengan pendekatan partisipatif dan dukungan berkelanjutan, teknologi ini berpotensi direplikasi di wilayah pesisir lainnya.

Kata Kunci: Limbah Styrofoam; Liquid-Fuel Anorganik; Pirolisis; Masyarakat nelayan.

Abstract

This community service program was carried out in the coastal area of Cilallang with the aim of managing inorganic waste, particularly Styrofoam waste from fishermen's catch containers, using multi-feedstock pyrolysis technology to produce Liquid-Fuel Anorganic. This activity took place from June to December 2024 and consisted of six main stages. (1) Initial observations were conducted to identify environmental issues and assess the potential for implementing pyrolysis technology. (2) The preparation of work programs and technical plans involved the local community and village government to ensure an appropriate strategy. (3) A kick-off meeting was held to socialize the objectives and build collective commitment. (4) Technical training and mentoring were provided to 25 participants, including fishermen and local youth, on the assembly and operation of a pyrolysis tool made from repurposed oil drums. (5) Training on the conversion of inorganic waste into Liquid-Fuel Anorganic was conducted to ensure participants understood the utilization of pyrolysis products as an alternative fuel for fishermen. (6) Monitoring and evaluation were carried out using pre-test and post-test questionnaires, showing an increase in participants' understanding from 32% before training to 100% after training. This program has proven effective in reducing environmental pollution while economically empowering the community. The Liquid-Fuel Anorganic produced can be used for the operation of fishing boats, reducing dependence on expensive and hard-to-access fossil fuels. With a participatory approach and sustainable support, this technology has the potential to be replicated in other coastal areas.

Keywords: Fishing communities; Liquid-Fuel anorganic; Pyrolysis; Styrofoam waste.

How to Cite: Rahma, M. H., Irfan, M. & Musafira, M. (2025). Konversi Limbah Styrofoam menjadi Liquid-Fuel Anorganik Melalui Teknologi Pirolisis di Kampung Nelayan. *Abdi: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 7(1), 283-293.



Pendahuluan

Permasalahan pengelolaan sampah anorganik, terutama limbah plastik dan *styrofoam*, telah menjadi tantangan yang signifikan bagi masyarakat pesisir di Indonesia, termasuk di Kampung Nelayan Cilallang, Pangali-ali, Kabupaten Majene, Sulawesi Barat. Kondisi geografis kampung ini yang terletak di pesisir dengan aktivitas perikanan sebagai mata pencaharian utama menjadikan masyarakatnya sangat bergantung pada berbagai jenis alat dan wadah berbahan plastik dan *styrofoam*. Penggunaan *styrofoam* oleh nelayan untuk penyimpanan hasil tangkapan ikan dan bahan-bahan plastik lain seperti jaring yang terbuat dari polimer sintesis telah menciptakan timbunan sampah yang signifikan. Limbah ini tidak mudah terurai secara alami dan berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan dalam jangka panjang ([Jambeck et al., 2015](#)). Menurut data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) dan BPS Sulawesi Barat, Kabupaten Majene menghasilkan sekitar 12.000 ton sampah per tahun, di mana sekitar 30% atau 3.600 ton merupakan sampah anorganik, seperti plastik dan *styrofoam*. Berdasarkan data yang diperoleh dari Open Data Majene, aktivitas perikanan di pesisir Cilallang sendiri menghasilkan sekitar 1,5 ton limbah *styrofoam* per bulan atau sekitar 18 ton per tahun, yang tidak dikelola secara optimal dan berkontribusi pada pencemaran lingkungan pesisir. Limbah *styrofoam* ini menumpuk dan mencemari pantai serta perairan laut, mengganggu ekosistem pesisir dan berdampak pada kesehatan masyarakat.

Pengelolaan sampah *styrofoam* menjadi tantangan khusus karena bahan-bahan ini tidak dapat didaur ulang secara konvensional seperti jenis sampah lainnya. Sebagai solusi, teknologi pirolisis menjadi salah satu pendekatan yang dapat ditempuh untuk mengatasi permasalahan limbah ini. Pirolisis adalah proses termokimia yang memecah bahan anorganik pada suhu tinggi tanpa adanya oksigen, menghasilkan produk berupa *liquid fuel* anorganik, gas, dan biochar ([Nagarjuna & Bhosale, 2018](#)). Teknologi ini sangat sesuai untuk mengolah limbah anorganik seperti plastik dan *styrofoam* yang sulit terurai, sekaligus menciptakan produk dengan nilai ekonomi bagi masyarakat pesisir.

Teknologi pirolisis mengubah limbah *styrofoam* menjadi *liquid fuel* anorganik yaitu Bahan Bakar Minyak (BBM) alternatif atau sintetik yang dapat digunakan sebagai sumber energi pengganti bahan bakar fosil. Proses ini dilakukan dengan memanaskan *styrofoam* pada suhu tinggi (sekitar 300-500°C) tanpa adanya oksigen, yang menyebabkan dekomposisi termal polimer polistiren menjadi bahan bakar cair ([Dewangan et al., 2023](#)). *Liquid fuel* anorganik ini tidak hanya dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk operasional perahu nelayan, tetapi juga berpotensi untuk dijual sebagai produk energi di pasar lokal. Hasil dari pirolisis juga menghasilkan biochar, sisa padatan dari proses dekomposisi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar padat atau untuk aplikasi pertanian sebagai penambah kualitas tanah ([Hidayati et al., 2017](#)). Penerapan teknologi pirolisis untuk mengolah limbah *styrofoam* menjadi *liquid fuel* anorganik di Kampung Nelayan Cilallang bertujuan untuk memberikan solusi terhadap dua masalah utama yaitu penumpukan limbah *styrofoam* yang terus meningkat dan ketergantungan nelayan pada bahan bakar fosil yang mahal dan sulit diakses. Menurut Open Data Majene, sekitar 70% nelayan di daerah ini masih bergantung pada bahan bakar fosil untuk operasional perahu, yang sering kali sulit diperoleh. Dengan adanya teknologi pirolisis, limbah *styrofoam* yang melimpah dapat diubah menjadi *liquid fuel* anorganik atau BBM, sehingga mengurangi ketergantungan masyarakat pada bahan bakar fosil sekaligus menyediakan alternatif energi yang lebih terjangkau dan ramah lingkungan ([Ismirawati et al., 2023](#)).

Program Pengabdian Masyarakat/Desa (PKM/D) ini berfokus pada pemberdayaan masyarakat pesisir Cilallang dengan memberikan pelatihan dan pendampingan teknis dalam penggunaan teknologi pirolisis. Dalam program ini, masyarakat akan diajarkan untuk membuat dan mengoperasikan alat pirolisis secara mandiri, dengan tujuan agar mereka dapat mengolah limbah *styrofoam* yang ada menjadi *liquid fuel* anorganik dan biochar. Hal ini tidak hanya akan mengurangi timbunan sampah yang mencemari lingkungan, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat melalui penjualan produk hasil pirolisis ([Kamal & Zainuri, 2015](#)).

Pemberdayaan masyarakat melalui teknologi pirolisis telah terbukti efektif dalam meningkatkan kesadaran lingkungan sekaligus menciptakan peluang ekonomi baru ([Jariyanti & Tahir, 2022](#)). Sebagai contoh, studi yang dilakukan oleh [Thahir et al \(2023\)](#) di Kelurahan Bukuan menunjukkan bahwa masyarakat pesisir yang dilibatkan dalam program pengelolaan sampah berbasis pirolisis berhasil mengurangi timbunan sampah plastik dan *styrofoam* hingga 70%. Masyarakat juga dapat memanfaatkan *liquid fuel* anorganik yang dihasilkan sebagai bahan bakar untuk perahu mereka, sehingga mengurangi pengeluaran operasional ([Jambeck et al., 2015](#)). Keterlibatan aktif masyarakat menjadi kunci keberhasilan program ini, sebagaimana dibuktikan oleh studi di Kampung Nelayan yang menunjukkan bahwa partisipasi aktif masyarakat dalam

pengelolaan sampah berbasis teknologi pirolisis dapat memperkuat kemampuan mereka dalam menjaga kebersihan lingkungan sekaligus menciptakan sumber pendapatan baru (Sembiring et al., 2022). Selain memberikan manfaat ekonomi, program ini juga bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan sampah secara mandiri dan berkelanjutan. Dengan melibatkan masyarakat dalam seluruh tahapan program, mulai dari pembuatan hingga pengoperasian alat, diharapkan bahwa teknologi pirolisis ini dapat diadopsi secara luas dan diterapkan secara mandiri oleh masyarakat. Kolaborasi dengan pemerintah setempat juga akan diperkuat untuk memberikan dukungan regulasi dan insentif bagi masyarakat yang terlibat dalam pengelolaan sampah (Ernawati et al., 2023). Program ini tidak hanya menawarkan solusi untuk masalah sampah anorganik di pesisir, tetapi juga memberdayakan masyarakat pesisir melalui teknologi tepat guna, yang dapat meningkatkan kualitas hidup mereka secara ekonomi dan lingkungan. Melalui kolaborasi dengan berbagai pemangku kepentingan dan pelatihan yang komprehensif, program ini diharapkan dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat Kampung Nelayan Cilallang dan direplikasi di daerah pesisir lainnya di Indonesia. Dalam kegiatan ini, istilah "Liquid-Fuel Anorganik" merujuk pada bahan bakar cair yang dihasilkan melalui proses pirolisis terhadap limbah anorganik, khususnya *styrofoam*. Proses ini menghasilkan bahan bakar yang berbeda dari bahan bakar fosil konvensional karena berasal dari limbah polimer sintesis. Beberapa penelitian sebelumnya yaitu oleh Dewangan et al. (2023) dan Ali et al. (2020) telah menunjukkan bahwa hasil pirolisis dari limbah plastik mengandung hidrokarbon yang dapat dikonversi menjadi bahan bakar alternatif. Oleh karena itu, dalam konteks kegiatan ini, istilah ini digunakan untuk menggambarkan produk akhir yang memiliki karakteristik serupa dengan bahan bakar konvensional namun berasal dari limbah *styrofoam*.

Metode Pelaksanaan

Metode yang digunakan dalam program pengabdian ini adalah pelatihan, penyuluhan, demonstrasi, dan pendampingan langsung. Kegiatan ini bertujuan untuk memperkenalkan teknologi tepat guna berbasis pirolisis, yang tidak hanya memberikan solusi praktis dalam pengelolaan sampah anorganik tetapi juga memberdayakan masyarakat melalui pengolahan limbah menjadi produk yang bernilai ekonomi. Kegiatan ini dilaksanakan pada bulan Juni hingga Desember 2024. Berikut adalah tahapan pelaksanaan program yang dilakukan secara sistematis:

Observasi Awal

Observasi awal dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi lingkungan dan masalah yang dihadapi oleh masyarakat di Desa Cilallang, Pangali-ali. Proses observasi mencakup analisis situasi untuk memahami masalah utama yang dihadapi masyarakat terkait timbulan sampah anorganik, terutama *styrofoam*. Informasi dikumpulkan melalui wawancara langsung dengan masyarakat setempat serta perwakilan pemerintah desa/kelurahan yaitu kepala lingkungan Cilallang dan juga dari komunitas pemuda desa setempat. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi kebutuhan masyarakat dan potensi solusi yang dapat diimplementasikan secara tepat guna.

Penyusunan Program Kerja, Perumusan Solusi, dan Rencana Teknis

Setelah observasi, tim pengusul menyusun program kerja berdasarkan hasil identifikasi masalah. Fokus utama adalah pada perumusan solusi yang dapat diimplementasikan secara praktis dan mudah diadopsi oleh masyarakat. Program kerja disusun dengan mempertimbangkan prioritas permasalahan yang ada di wilayah mitra, dengan penekanan pada efisiensi serta kemampuan masyarakat dalam mengadopsi teknologi pengolahan sampah. Solusi yang ditawarkan melibatkan teknologi pirolisis berbasis prinsip sederhana, menggunakan barang-barang bekas seperti drum bekas wadah cat, kaleng bekas wadah makanan, dan pipa untuk merakit alat, yang mudah diperoleh dan ramah lingkungan.

Kick-Off Meeting Program

Kick-off meeting diadakan bersama mitra, yaitu masyarakat Desa Cilallang dan pemerintah setempat, untuk mensosialisasikan solusi yang dirumuskan. Pada tahap ini, dijelaskan tentang tujuan program, gambaran umum teknologi pirolisis yang akan diterapkan, serta tahapan kegiatan yang akan dilaksanakan. Diskusi juga dilakukan untuk memastikan adanya pemahaman bersama mengenai jadwal kegiatan, metode pelaksanaan, output yang diharapkan, dan hal-hal penting lainnya. Pertemuan ini bertujuan untuk menciptakan sinergi dan komitmen dari semua pihak yang terlibat.

Pelatihan dan Pendampingan Pembuatan Alat Pirolisis

Pada tahap ini, masyarakat diberikan pelatihan dan demonstrasi mengenai pembuatan alat teknologi tepat guna pirolisis *multi-feedstock*. Alat pirolisis ini dirancang agar dapat mengolah berbagai jenis sampah anorganik, terutama *styrofoam*. Selama pelatihan, tim pengusul memberikan pendampingan teknis yang intensif untuk memastikan masyarakat memahami cara merakit dan menggunakan alat pirolisis secara

mandiri. Pelibatan masyarakat dalam proses ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran lingkungan dan tanggung jawab kolektif terhadap pengelolaan sampah.

Pelatihan Konversi Sampah Anorganik Menjadi *Liquid Fuel* Anorganik

Setelah alat pirolisis selesai dibuat, dilanjutkan dengan pelatihan konversi sampah anorganik, khususnya *styrofoam* dan plastik, menjadi *liquid fuel* anorganik (bahan bakar minyak alternatif atau sintetik). Pelatihan ini bertujuan untuk mengajarkan masyarakat cara mengolah sampah menjadi produk yang dapat dimanfaatkan secara langsung sebagai bahan bakar atau dijual sebagai sumber pendapatan tambahan. *Liquid fuel* anorganik yang dihasilkan dari proses pirolisis ini dapat digunakan oleh nelayan untuk operasional perahu, menggantikan bahan bakar fosil yang selama ini sulit diakses dan mahal.

Monitoring dan Evaluasi

Tahap akhir dari program adalah monitoring dan evaluasi. Monitoring dilakukan secara rutin sekali hingga dua kali dalam sebulan untuk memantau keberlanjutan penggunaan alat pirolisis serta mengidentifikasi potensi kendala teknis. Selain itu, evaluasi dilakukan untuk mengukur ketercapaian tujuan program, termasuk sejauh mana teknologi pirolisis telah diterapkan oleh masyarakat dan dampaknya terhadap pengurangan timbunan sampah. Evaluasi menggunakan angket skala *Likert* yang diisi oleh peserta pelatihan untuk mengukur efektivitas program. Hasil evaluasi ini kemudian dianalisis untuk menyempurnakan program pengabdian selanjutnya serta meningkatkan keberlanjutan implementasi teknologi pirolisis di masyarakat.

Hasil dan Pembahasan

Program Pengabdian Masyarakat/Desa ini telah dilaksanakan sesuai dengan rencana tahapan pelaksanaan yang telah disepakati dengan mitra. Adapun hasil dan pembahasan hasil dari kegiatan ini meliputi:

Observasi Awal

Observasi awal dilakukan untuk memahami kondisi lingkungan dan karakteristik permasalahan limbah anorganik di wilayah pesisir Cilallang (Gambar 1). Menurut [Jambeck et al. \(2015\)](#), limbah plastik dan *styrofoam* memiliki tingkat degradasi yang sangat lambat, bahkan bisa bertahan di lingkungan selama ratusan tahun. Hal ini sejalan dengan temuan [Nagarjuna & Bhosale \(2018\)](#), yang menunjukkan bahwa 80% sampah plastik di perairan pesisir berasal dari aktivitas manusia yang tidak memiliki sistem pengelolaan limbah yang baik.



Gambar 1. Tim melakukan observasi awal di desa Cilallang Pangali-ali

Survei yang dilakukan dalam program ini menunjukkan bahwa jumlah limbah *styrofoam* di wilayah pesisir Cilallang mencapai 1,5 ton per bulan, sebuah angka yang signifikan dan menunjukkan bahwa daerah ini membutuhkan intervensi teknologi tepat guna untuk mengatasi masalah ini. [Ismirawati et al. \(2023\)](#) menyatakan bahwa salah satu faktor utama penyebab akumulasi limbah anorganik di wilayah pesisir adalah minimnya kesadaran dan keterbatasan akses terhadap teknologi pengolahan limbah. Oleh karena itu, temuan dari observasi ini menjadi dasar bagi perumusan solusi berbasis pirolisis dalam program ini.

Penyusunan Program Kerja, Perumusan Solusi, dan Rencana Teknis

Setelah observasi awal, tim merumuskan solusi berbasis teknologi pirolisis *multi-feedstock* yang memungkinkan pengolahan berbagai jenis limbah plastik, termasuk *styrofoam* (Gambar 2). [Menurut Ali et al. \(2020\)](#), pirolisis adalah teknologi yang efektif dalam mengonversi limbah plastik menjadi bahan bakar

alternatif karena proses ini tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca yang tinggi dibandingkan metode pembakaran konvensional.



Gambar 2. Tim melakukan rapat perumusan solusi untuk menyelesaikan masalah timbulan sampah styrofoam di Desa Cilallang Pangali-ali

Teknologi pirolisis berbasis *multi-feedstock* yang digunakan dalam program ini dirancang dengan mempertimbangkan prinsip sederhana dan keterjangkauan bahan baku, seperti drum besi bekas yang mudah didapatkan, agar dapat diterapkan secara mandiri oleh masyarakat. Hal ini sejalan dengan kegiatan [Sembiring et al. \(2022\)](#) yang menunjukkan bahwa keberhasilan teknologi tepat guna sangat bergantung pada aspek aksesibilitas dan kemudahan penggunaan oleh masyarakat setempat. Dengan pendekatan ini, program bertujuan memastikan bahwa teknologi pirolisis tidak hanya menjadi solusi jangka pendek tetapi juga berkelanjutan dalam jangka panjang.

Kick-Off Meeting Program bersama Mitra

Salah satu aspek kunci dalam implementasi teknologi berbasis masyarakat adalah penerimaan dan partisipasi aktif dari pemangku kepentingan lokal. Menurut [Mitan et al. \(2022\)](#), keberhasilan program teknologi tepat guna sangat dipengaruhi oleh adanya komunikasi yang efektif antara masyarakat dan penyelenggara program. Oleh karena itu, *Kick-Off Meeting* dalam program ini bertujuan untuk menciptakan pemahaman bersama antara tim pelaksana, masyarakat, dan pemerintah setempat mengenai tujuan serta metode pelaksanaan program. Sosialisasi ini sangat penting untuk menciptakan pemahaman bersama tentang tujuan dan tahapan kegiatan (Gambar 3).

Masyarakat juga dilibatkan dalam diskusi peran aktif mereka dalam program, terutama dalam pengelolaan dan pemanfaatan alat pirolisis yang akan digunakan. Dalam konteks pengelolaan limbah, hasil kegiatan oleh [Ernawati et al. \(2023\)](#) menegaskan bahwa program yang melibatkan masyarakat secara aktif memiliki tingkat keberlanjutan yang lebih tinggi dibandingkan program yang hanya mengandalkan intervensi eksternal. Oleh sebab itu, diskusi yang dilakukan dalam *Kick-Off Meeting* tidak hanya mencakup teknologi pirolisis tetapi juga aspek dukungan regulasi, peran komunitas, serta strategi keberlanjutan program.



Gambar 3. Kick-Off Meeting Program bersama pemerintah desa dan masyarakat desa Cilallang Pangali-ali

Pelatihan dan Pendampingan Pembuatan Alat Pirolisis

Pelatihan merupakan elemen krusial dalam memastikan bahwa teknologi dapat diterapkan secara efektif oleh masyarakat. Menurut [Thahir et al. \(2023\)](#), salah satu tantangan terbesar dalam implementasi teknologi pirolisis adalah minimnya pemahaman teknis masyarakat terhadap prinsip kerja alat, sehingga diperlukan pendampingan intensif agar alat dapat beroperasi dengan optimal. Dalam program ini, pelatihan dilakukan menggunakan pendekatan demonstrasi langsung dan praktik berbasis pengalaman, yang terbukti lebih efektif dibandingkan metode ceramah atau teori semata ([Rahmah, 2022](#)). Sebagai contoh, hasil kegiatan oleh [Eze et al. \(2021\)](#) menunjukkan bahwa komunitas yang diberi pelatihan berbasis demonstrasi memiliki tingkat adopsi teknologi 40% lebih tinggi dibandingkan komunitas yang hanya diberikan materi secara tertulis. Oleh karena itu, pendampingan teknis yang dilakukan dalam program ini sangat penting untuk memastikan bahwa teknologi dapat digunakan secara berkelanjutan dan efisien. Pada tahap ini, beberapa perwakilan dari mitra yaitu dari anggota komunitas pemuda desa dan para mahasiswa diajarkan cara membuat alat pirolisis (Gambar 4).



Gambar 4. Praktek pembuatan alat pirolisis kepada perwakilan dari mitra

Pelatihan ini tidak hanya mencakup aspek teknis pembuatan alat, tetapi juga bagaimana menggunakan alat tersebut untuk mengubah limbah *styrofoam* dan plastik menjadi *liquid-fuel* anorganik. Dalam pelatihan ini, peserta juga dibekali dengan modul pelatihan yang menjelaskan detail teknologi pirolisis, teknik pengoperasian alat, dan perawatan.

Pelatihan Konversi Sampah Anorganik Menjadi *Liquid Fuel* Anorganik

Pirolisis merupakan salah satu metode konversi limbah plastik yang paling efisien karena mampu menghasilkan produk bahan bakar yang bernilai ekonomi tinggi ([Butler et al., 2011](#)). Dalam pelatihan ini, peserta diajarkan cara mengoperasikan alat pirolisis mulai dari persiapan bahan baku, pengaturan suhu, hingga pemisahan produk hasil pirolisis (Gambar 5). Menurut [Shah et al. \(2023\)](#), produk utama pirolisis plastik adalah *liquid fuel*, yang memiliki komposisi hidrokarbon serupa dengan bahan bakar minyak bumi. Dalam program ini, *liquid fuel* anorganik yang dihasilkan dari pirolisis dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk perahu nelayan, sehingga mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Studi oleh [Ismirawati et al. \(2023\)](#) menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar hasil pirolisis dapat menghemat hingga 30% biaya operasional bagi nelayan pesisir. Oleh karena itu, pelatihan ini tidak hanya bertujuan untuk mengurangi pencemaran lingkungan tetapi juga memberikan manfaat ekonomi yang signifikan bagi masyarakat.

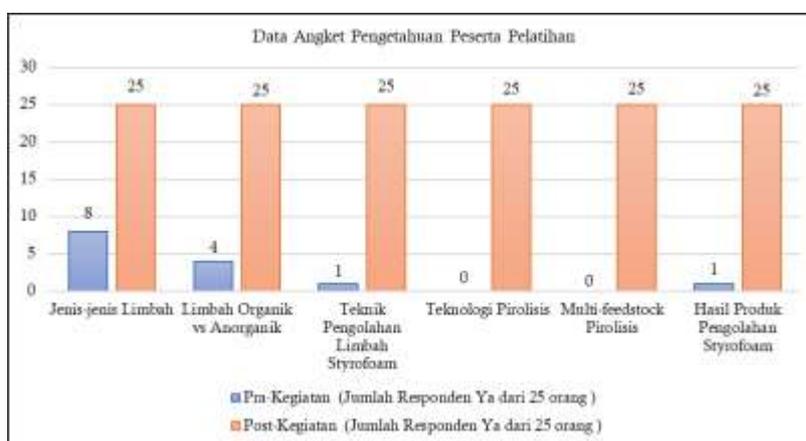


Gambar 5. Pelatihan Konversi Sampah Anorganik Menjadi *Liquid Fuel* Anorganik

Pada pelatihan ini juga peserta dibagikan modul tentang teknologi pengolahan sampah anorganik, teknik penggunaan alat teknologi tepat guna *Multi-feedstock pyrolysis*, dan teknik perawatannya. Responden pelatihan menyadari manfaat produk pirolisis tersebut, dengan 89% responden menyatakan sangat setuju bahwa hasil produk pirolisis bermanfaat bagi operasional nelayan (gambar 7). Hal ini juga sejalan dengan temuan [Eze et al \(2021\)](#) bahwa produk pirolisis, terutama *liquid-fuel* atau BBM dapat menjadi sumber energi alternatif.

Monitoring dan Evaluasi

Tahap monitoring dilakukan untuk memastikan keberlanjutan penggunaan alat pirolisis oleh masyarakat setelah pelatihan. Berdasarkan hasil evaluasi, penggunaan alat pirolisis berhasil mengurangi timbunan sampah, terutama *styrofoam*, yang selama ini menjadi masalah besar di wilayah pesisir Cilallang. Hasil monitoring juga menunjukkan bahwa lingkungan setempat menjadi lebih bersih dan lebih terorganisir. Selain itu, program ini juga memberikan sumber energi alternatif bagi masyarakat, terutama nelayan. Keberlanjutan program sangat bergantung pada partisipasi masyarakat dan dukungan pemerintah setempat, di mana dukungan teknis berkelanjutan masih diperlukan untuk memastikan bahwa teknologi pirolisis terus digunakan dengan baik. Pada program kegiatan ini dilakukan evaluasi menggunakan dua jenis angket. Pertama, angket skala nominal yang disebarakan kepada 25 orang peserta untuk mendapatkan gambaran tingkat pengetahuan masyarakat Cilallang terkait muatan program yang akan dilatihkan dalam program ini. Angket jenis ini digunakan untuk mengukur variabel kategori dengan dua pilihan, yaitu biner (misalnya, "Ya" atau "Tidak"). Angket ini tidak memiliki nilai numerik atau skala peringkat, sehingga tidak ada tingkatan intensitas jawaban seperti pada skala *Likert* ([Joshi et al., 2017](#)). Pada angket jenis ini, tujuan utamanya adalah mengetahui keberadaan atau tidaknya pengetahuan, sikap, atau pemahaman mengenai suatu topik spesifik ([Dwivedi & Pandey, 2021](#)), dalam hal ini pengetahuan peserta terhadap aspek-aspek tertentu sebelum dan sesudah pelatihan (misalnya, pengetahuan tentang jenis limbah, teknologi pirolisis, dll.). Interpretasi deskripsi angket tergambar pada hasil analisis dalam bentuk grafik (gambar 6).



Gambar 6. Data Angket Pengetahuan Peserta Pelatihan

Data angket pada gambar 6 menunjukkan bahwa hanya 8 dari 25 responden (32%) yang memiliki pengetahuan tentang jenis-jenis limbah, kemudian setelah pelatihan, semua responden (100%) memahami jenis-jenis limbah. Peningkatan ini menunjukkan efektivitas pelatihan dalam memberikan informasi dasar terkait limbah, yang penting bagi upaya pengelolaan lingkungan yang lebih baik. Menurut [Jambeck et al. \(2015\)](#), pengetahuan dasar mengenai jenis-jenis limbah sangat penting dalam rangka pengembangan strategi pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Kesadaran akan perbedaan antara limbah organik dan anorganik sangat penting dalam pengelolaan sampah, terutama di wilayah pesisir yang rentan terhadap pencemaran sampah anorganik seperti *styrofoam* dan plastik. Penelitian oleh [Nagarjuna & Bhosale \(2018\)](#) menunjukkan bahwa limbah plastik dan *styrofoam* adalah penyebab utama pencemaran lingkungan pesisir, dan kesadaran masyarakat akan jenis limbah ini sangat penting, hal ini ditunjukkan pula dalam kegiatan ini dimana sebelum pelatihan, hanya 1 dari 25 responden (4%) yang mengetahui teknik pengolahan limbah *styrofoam*, namun setelah pelatihan, semua responden (100%) memahaminya. Selain itu, awalnya hanya 1 dari 25 responden (4%) yang mengetahui teknik pengolahan limbah *styrofoam*, lalu kemudian semua responden (100%) mendapatkan pengetahuan baru terkait teknik tersebut. Teknik pengolahan limbah *styrofoam*, terutama melalui teknologi pirolisis, sangat penting dalam mengurangi dampak negatif *styrofoam* terhadap lingkungan. Peningkatan pengetahuan ini menunjukkan bahwa pelatihan berhasil memberikan pemahaman praktis kepada masyarakat. Menurut [Shah et al. \(2023\)](#), teknologi pirolisis merupakan metode yang ramah

lingkungan dan efisien untuk mengelola sampah anorganik, dengan hasil yang bermanfaat seperti bahan bakar sehingga sangat perlu untuk disampaikan kepada masyarakat khususnya di desa Cilallang Pangali-ali yang sebelum pelatihan memang tidak ada peserta pelatihan yang mengetahui tentang teknologi pirolisis, akan tetapi semua peserta pelatihan (100%) memahami teknologi ini setelah pelatihan. Inovasi alat teknologi tepat guna yang diperkenalkan pada kegiatan ini menjadi pengetahuan baru untuk semua peserta. Peningkatan pengetahuan ini menunjukkan bahwa peserta tidak hanya mempelajari dasar-dasar pirolisis, tetapi juga teknologi yang lebih kompleks dan multifungsi. Hal ini sejalan dengan penelitian [Ali et al. \(2020\)](#), yang menekankan pentingnya teknologi multifungsi dalam pengelolaan sampah yang efektif. Dan yang paling membuat masyarakat sangat tertarik pada pelatihan ini adalah hasil produk pengolahan *styrofoam* menggunakan alat teknologi tepat guna tersebut adalah *liquid-fuel* anorganik berupa BBM yang dapat membantu menekan biaya operasional kapal para nelayan dan bahkan karena memiliki potensi komersial maka dapat menjadi alternatif peningkatan taraf ekonomi mereka. Hal ini sejalan dengan penelitian [Butler et al. \(2011\)](#) yang menunjukkan bahwa teknologi pirolisis menghasilkan produk yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif.

Instrumen evaluasi kedua adalah angket skala Likert untuk mengukur kepuasan dan kesesuaian pelatihan yang diberikan dengan kebutuhan masyarakat Desa Cilallang Pangali-ali (Gambar 7). Pengembangan instrumen angket dengan skala *Likert* yang digunakan telah melalui tahap validasi awal guna memastikan bahwa pernyataan dalam angket benar-benar mengukur aspek yang ingin diukur (validasi isi) serta mudah dipahami oleh responden. Validasi dilakukan melalui peninjauan oleh dua ahli dan praktisi berpengalaman di bidang pendidikan dan penelitian sosial, serta melalui uji coba terbatas pada kelompok kecil masyarakat untuk memastikan bahwa pernyataan dalam angket jelas dan menghasilkan jawaban yang konsisten. Interpretasi hasil evaluasi dilakukan secara kuantitatif dengan skoring pada setiap kategori jawaban, di mana Sangat Setuju (SS) diberi nilai 4, Setuju (S) bernilai 3, Cukup Setuju (CS) bernilai 2, dan Tidak Setuju (TS) bernilai 1 (Rahmah, 2022). Skor dari setiap pernyataan kemudian dijumlahkan untuk menghasilkan total nilai, yang digunakan untuk mengidentifikasi kecenderungan sikap atau pendapat responden terhadap program (Joshi et al., 2017). Penggunaan angket dalam evaluasi program ini dipilih karena lebih efisien, memungkinkan pengumpulan data kuantitatif yang konsisten, mudah dianalisis, dan sesuai dengan keterbatasan waktu serta sumber daya yang ada ([Dwivedi & Pandey, 2021](#)). Dengan menggunakan angket, responden dapat menjawab secara mandiri, sehingga meminimalisir interaksi subjektif yang dapat memengaruhi keakuratan jawaban (Joshi et al., 2017). Evaluasi dalam program ini berfokus pada persepsi dan tingkat kepuasan peserta terhadap kegiatan yang telah dilaksanakan. Skala Likert dianggap sangat tepat untuk mengukur aspek-aspek subjektif seperti kepuasan, efektivitas, dan manfaat yang dirasakan.

Pada angket skala Likert ini terdapat 15 pernyataan responden yang diinterpretasikan bentuk skoring yaitu 1 : Pelatihan ini sesuai dengan kebutuhan masyarakat, Pernyataan 2 : Pelatihan memberikan solusi nyata untuk masalah sampah, Pernyataan 3 : Durasi pelatihan cukup untuk pemahaman teknologi pirolisis, Pernyataan 4 : Lokasi pelatihan mendukung proses belajar, Pernyataan 5 : Materi pelatihan mudah dipahami, Pernyataan 6 : Instruktur menyampaikan materi dengan jelas, Pernyataan 7 : Metode penyuluhan dan demonstrasi membantu pemahaman, Pernyataan 8 : Pelatihan memberikan keterampilan praktis untuk alat pirolisis, Pernyataan 9 : Alat pirolisis mudah digunakan, Pernyataan 10 : Teknologi multi-feedstock sesuai untuk pengolahan sampah, Pernyataan 11 : Hasil teknologi pirolisis bermanfaat nyata, Pernyataan 12: Pelatihan meningkatkan kesadaran pengelolaan sampah, Pernyataan 13 : Pendampingan teknis sangat membantu, Pernyataan 14 : Dukungan tim pendamping memadai, Pernyataan 15 : Pendampingan memberikan solusi atas kendala penggunaan alat.



Gambar 7. Data Angket Pengetahuan Peserta Pelatihan

Pernyataan 1 hingga 4 untuk mengukur kesesuaian pelatihan dengan kebutuhan masyarakat dengan respon Sangat Setuju (SS) mendominasi jawaban di semua pertanyaan awal, menunjukkan bahwa pelatihan ini dianggap sangat relevan dengan kebutuhan masyarakat dalam hal pengelolaan sampah anorganik di wilayah pesisir. Tingginya respon Sangat Setuju menunjukkan bahwa pelatihan ini telah berhasil memenuhi kebutuhan masyarakat dalam memberikan solusi nyata terkait pengolahan limbah *styrofoam*. Hal ini relevan dengan studi oleh [Ismirawati et al. \(2023\)](#) yang menyatakan bahwa keberhasilan pengabdian masyarakat sangat dipengaruhi oleh kesesuaian program dengan kebutuhan setempat. Sedangkan pernyataan 5 hingga 7 untuk mengukur kesesuaian materi dan metode pelatihan yang diberikan. Responden memberikan mayoritas jawaban Sangat Setuju untuk penyampaian materi dan metode pelatihan (penyuluhan, demonstrasi, praktik langsung). Ini menunjukkan bahwa peserta merasa metode pelatihan sangat membantu mereka dalam memahami teknologi pirolisis. Keberhasilan metode pelatihan ini menekankan pentingnya metode interaktif dalam pengajaran teknologi baru. Hal ini didukung oleh studi [Mitan et al. \(2022\)](#) yang menemukan bahwa demonstrasi dan pelatihan praktik langsung adalah metode yang efektif dalam transfer teknologi tepat guna. Pernyataan 8 hingga 10 untuk mengukur pemahaman dan kemudahan penggunaan alat dimana pertanyaan terkait keterampilan praktis dan kemudahan penggunaan alat pirolisis juga mendapatkan mayoritas jawaban Sangat Setuju. Ini mengindikasikan bahwa alat yang diperkenalkan mudah dioperasikan oleh peserta setelah pelatihan. Dan kebermanfaatan alat pirolisis serta produk hasil pengolahannya diukur melalui pernyataan 11 hingga 12. Responden juga sangat setuju bahwa produk hasil pirolisis, seperti *liquid fuel* anorganik memberikan manfaat nyata bagi masyarakat. Selain itu, pelatihan ini juga meningkatkan kesadaran akan pentingnya pengelolaan sampah berbasis teknologi. Selanjutnya, pernyataan 13 hingga 15 untuk mengukur bagaimana pendampingan edukasi ini terhadap para peserta. Mayoritas responden sangat puas dengan pendampingan teknis yang diberikan selama pelatihan dan implementasi teknologi pirolisis. Pendampingan yang intensif dan berkelanjutan adalah faktor penting dalam keberhasilan adopsi teknologi baru di komunitas. [Thahir et al. \(2023\)](#) menekankan pentingnya pendampingan yang berkelanjutan untuk memastikan masyarakat dapat mengoperasikan teknologi secara mandiri dan berkelanjutan.

Kesimpulan

Tingginya tingkat kepuasan mitra memperkuat temuan bahwa pelatihan berbasis teknologi tepat guna seperti pirolisis dapat menjadi solusi alternatif yang efektif dalam mengatasi masalah sampah anorganik di wilayah pesisir, sekaligus meningkatkan kesejahteraan masyarakat dengan memanfaatkan hasil produk dari proses pirolisis. Program pelatihan ini memiliki implikasi baik secara praktis maupun akademis. Secara praktis, pelatihan ini telah membekali masyarakat dengan keterampilan teknis dalam mengelola limbah *styrofoam* menggunakan teknologi pirolisis, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif yang lebih terjangkau bagi komunitas nelayan. Selain itu, keberlanjutan program ini membuka peluang bagi model ekonomi berbasis teknologi tepat guna yang dapat diterapkan di daerah lain dengan karakteristik serupa. Dari segi akademis, hasil program ini dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan terkait pengembangan teknologi pirolisis skala komunitas serta efektivitas metode pelatihan berbasis teknologi tepat guna dalam meningkatkan adopsi inovasi oleh masyarakat.

Ucapan Terima Kasih

Kami menyampaikan terima kasih kepada DIPA Universitas Sulawesi Barat atas dukungan pendanaan yang telah diberikan dalam penyelenggaraan program Pengabdian Kepada Masyarakat Desa (PKM/D) ini. Bantuan ini menjadi pilar utama dalam merealisasikan kegiatan inovasi pemanfaatan kembali limbah *styrofoam* sebagai sumber energi alternatif bahan bakar minyak melalui teknologi pirolisis di Desa Cilallang Pangali-ali. Kami juga mengapresiasi dengan setulus hati partisipasi aktif serta dukungan penuh dari masyarakat dan aparat pemerintah Desa Cilallang Pangali-ali. Kolaborasi yang erat dan semangat kebersamaan dari seluruh pihak berkontribusi besar dalam kelancaran serta keberhasilan program ini.

Daftar Pustaka

- Ali, M. S. A., Alfotouh, H. A., & Helmy, M. (2020). Plastic Waste Conversion to Oil Through the Pyrolysis Process. *JISSE Journal of International Society for Science and Engineering*, 2(3), 65–69.
- Butler, E., Devlin, G., & McDonnell, K. (2011). Waste polyolefins to liquid fuels via pyrolysis: Review of commercial state-of-the-art and recent laboratory research. *Waste and Biomass Valorization*, 2(3), 227–255. <https://doi.org/10.1007/s12649-011-9067-5>
- Dewangan, R. K., Agrawal, H., & Mondloe, D. S. (2023). Pyrolysis of Municipal Plastic Waste to Produce Alternate Fuel. *SAMRIDDHI: A Journal of Physical Sciences, Engineering and Technology*, 15(02), 249–252. <https://doi.org/10.18090/samriddhi.v15i02.10>
- Dwivedi, R., & Pandey, N. N. (2021). Analysis of Evaluation Data Collected on Likert Type Items: Humanities-Courses. *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 09(02), 102–121. <https://doi.org/10.4236/jdaip.2021.92007>
- Ernawati, L., Ginting, R. R., & Zamzani, M. I. (2023). Edukasi Pirolisis Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Alternatif Skala Rumah Tangga. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 7(5), 5087. <https://doi.org/10.31764/jmm.v7i5.17444>
- Eze, W. U., Umunakwe, R., Obasi, H. C., Ugbaja, M. I., Uche, C. C., & Madufor, I. C. (2021). Plastics waste management: A review of pyrolysis technology. *Clean Technologies and Recycling*, 1(1), 50–69. <https://doi.org/10.3934/ctr.2021003>
- Hidayati, N. A., Aziz, I. R., & Muthiadin, C. (2017). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Alternatif Bahan Bakar Terbarukan. *Jurnal Biologi*, November 2017, 35–37.
- Ismirawati, N., Amir, A., Irwan, I. N. P., Djamal, M., & Aminah, N. S. (2023). Pemberdayaan Masyarakat Nelayan Melalui Edukasi Sampah. *Communnity Development Journal*, 4(6), 11475–11478. <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/index.php/cdj/article/view/21021>
- Jambeck, J. R., Roland, G., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Marine pollution. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 764–768.
- Jariyanti, Rovila Bin Tahir, S. (2022). Pemanfaatan Limbah Plastik Botol Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif Energi Terbarukan. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Dan Komunikasi*, 2(1), 12–18.
- Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D. (2017). Likert Scale: Explored and Explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, 7(4), 396–403. <https://doi.org/10.9734/bjast/2015/14975>
- Kamal, D. & Zainuri, F. (2015). Green Product of Liquid Fuel from Plastic Waste by Pyrolysis at 900 °C. *Journal of Energy and Power Engineering*, 9(1), 40–44. <https://doi.org/10.17265/1934-8975/2015.01.004>
- Mitan, N. M. M., Sari, M. M. S., Hastuty, S., G.N, R., S.F, A., N.A, R. A., A.R.S, M., K.Z, S., Rofiah, R., B.C, G., Z, A., S.A, H., & C.S, V. (2022). Penerapan Teknologi Pirolisis Dalam Pengolahan Sampah Plastik Di Bank Sampah Seni Baru, Jakarta Selatan. *RESWARA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 171–178. <https://doi.org/10.46576/rjpkm.v3i1.1612>
- Nagarjuna, S., & Bhosale, S. M. (2018). A Review: Energy Recovery from Plastic Wastes Through Pyrolysis. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, Volume-3(Issue-1), 772–775. <https://doi.org/10.31142/ijtsrd18889>
- Rahmah, M. H. . R. M. A. M. . S. (2022). Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Alternatif Media Tanam dan Pembuatan Ecobrick di Kampung Riso, Polewali Mandar. *Malaqbiq: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 9–16.
- Sembiring, Z., Nurhasanah, N., Rinawati, R., & Simanjuntak, W. (2022). Implementasi Green Chemistry Menggunakan Teknologi Pirolisis Untuk Pengolahan Limbah Plastik Di Kelurahan Way Urang Kalianda. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) TABIKPUN*, 3(1), 77–86. <https://doi.org/10.23960/jpkmt.v3i1.67>
- Shah, H. H., Amin, M., Iqbal, A., Nadeem, I., Kalin, M., Soomar, A. M., & Galal, A. M. (2023). A review on gasification and pyrolysis of waste plastics. *Frontiers in Chemistry*, 10(February), 1–38. <https://doi.org/10.3389/fchem.2022.960894>
- Thahir, R., Halim, A., Adhiksana, A., Jalil, S., Kusrihandayani, D., Rahman, A., Awalia, A., Agustina, E., Teknik Kimia, J., Negeri Samarinda, P., Teknik Mesin, J., & Administrasi Bisnis, J. (2023). Pelatihan Pengolahan Hasil Pirolisis Dari Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Di Kelurahan Bukuan Training on the Processing of Pyrolysis Products From Plastic Waste Into Fuel Oil in Bukuan. *ETAM: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 296–302.
- Yulianingsih, E., & Porouw, H. S. (2020). Risk Factor Determination of Anemia Event In Adolescent Princess In The Working Area of Puskesmas Kota Selatan. *Jurnal Ners & Kebidanan Indonesia (Indonesian Journal of Nursing & Midwifery)*, 8(3), 194–205.
-

Zein Nur, A., & Samaria, D. (2020). Hubungan pengetahuan dengan sikap dalam menangani nyeri haid di Ghama D'Leader School. *Nursing Current*, 8(2).