

Energi dari limbah: Sinergi mahasiswa KKN dan warga RT 11 Pagedangan wujudkan pengolahan sampah plastik jadi minyak

Amalia Nur Ramadhani^{1,*}, Rizki Nugroho Kurniawan², Danella Amandla³, Sukma Asih Pamungkasari⁴, Sausan Aurora Saputri⁵, Pratami Suci Wananda⁶, Milatina Shofia⁷, Diva Finella Widriana⁸, Erisa Putri Nabila⁹, Fadli Maulana¹⁰, Yafi Surya Edy Hapsoro¹¹, Humayra Khansa Falihah J¹²,

¹Sosiologi, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

²Teknik Elektro, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

³Hubungan Internasional, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

⁴Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

⁵Farmasi, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

⁶Akuntansi, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

⁷Teknologi Pangan, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

⁸Kedokteran, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

⁹Matematika, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

¹⁰Agribisnis, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

¹¹Hukum Internasional, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

¹²Biologi Internasional, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

Article Info

Article history:

Received August 17, 2025

Accepted October 1, 2025

Published May 1, 2026

Kata Kunci:

Pirolisis;

Energi Alternatif;

Pengelolaan Sampah;

Sampah Plastik.

ABSTRAK

Sampah plastik merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang mendesak di pedesaan Indonesia termasuk di Grumbul Gayunan, Desa Pagedangan, Kabupaten Purbalingga yang masih belum memiliki sistem pengelolaan sampah terpadu. Untuk mengatasi tantangan ini, mahasiswa KKN Universitas Jenderal Soedirman berkolaborasi dengan warga RT 11 dalam mengembangkan inovasi lokal berupa pengolahan sampah plastik menjadi minyak melalui metode pirolisis. Metode yang digunakan meliputi pembuatan reaktor sederhana berbahan drum dan tungku yang terbuat dari semen dan pasir, pendampingan teknis dan sosialisasi pemilahan sampah. Hasil implementasi menunjukkan bahwa pirolisis mampu mengubah plastik menjadi minyak dengan kualitas yang setara dengan minyak tanah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif untuk kompor maupun penerangan. Program ini berhasil mengurangi volume sampah plastik, meningkatkan kesadaran warga terhadap pengelolaan sampah serta mendorong partisipasi masyarakat melalui gotong royong. Pirolisis sederhana berpotensi menjadi sebuah solusi berkelanjutan untuk pengelolaan sampah sekaligus penyediaan energi alternatif di pedesaan meskipun pirolisis masih menghadapi tantangan teknis terkait kualitas bahan baku, efisiensi alat dan aspek keselamatan.



Corresponding Author:

Amalia Nur Ramadhani

Sosiologi, Universitas Jenderal Soedirman

Jl. Profesor DR. HR Boenyamin No.708, Dukuhbandong, Grendeng, Kec. Purwokerto Utara, Kabupaten

Banyumas, Jawa Tengah, 53122

Email: *amalia.nur@unsoed.ac.id

1. PENDAHULUAN

Sampah plastik telah menjadi salah satu tantangan yang paling mendesak terutama di wilayah pedesaan yang ada di Indonesia. Di Grumbul Gayunan, Desa Pagedangan, Kecamatan Bojongsari, Kabupaten Purbalingga, masyarakat di Grumbul Gayunan harus menghadapi permasalahan tumpukan sampah plastik yang semakin menumpuk tanpa adanya solusi yang menjanjikan terkait pengelolaan sampah plastik dari pemerintah desa. Tumpukan sampah tersebut tidak hanya mencemari lingkungan saja namun juga meningkatkan risiko kesehatan dan menurunkan kualitas lingkungan hidup. Tingginya aktivitas rumah tangga dan volume sampah yang meningkat secara signifikan setiap harinya. Hingga saat ini, belum ada kebijakan atau infrastruktur yang memadai dari pemerintah desa untuk menangani permasalahan sampah khususnya sampah anorganik seperti plastik. Kondisi seperti ini menyebabkan penumpukan sampah di sudut-sudut lingkungan, saluran air hingga lahan kosong. Paparan jangka panjang dari pembakaran sampah plastik di ruang terbuka dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, seperti asma, bronkitis, iritasi mata dan kulit, bahkan meningkatkan risiko kanker serta kerusakan organ vital seperti hati dan ginjal [1]. Selain itu, proses pembakaran ini juga menghasilkan emisi gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO_2) dan metana (CH_4), yang berkontribusi terhadap percepatan perubahan iklim. Kondisi tersebut memunculkan urgensi akan solusi pengelolaan sampah yang inovatif, berbiaya rendah, dan dapat diimplementasikan secara mandiri oleh masyarakat [2].

Teknologi pirolisis sudah banyak digunakan sebagai alternatif konversi plastik menjadi bahan bakar minyak. Sebagian besar penerapan pirolisis berada pada skala industri atau lembaga seperti BUMDes karena alat yang mahal dan membutuhkan keahlian [3]. Berbeda dengan wilayah yang lainnya, program Kuliah Kerja Nyata Universitas Jenderal Soedirman melakukan kolaborasi dengan warga RT 11 Grumbul Gayunan menghadirkan inovasi lokal yaitu alat pirolisis sederhana berbahan drum dan tungku yang berasal dari campuran semen dan pasir yang dirancang bersama dengan warga Grumbul Gayunan. Inovasi pirolisis sederhana ini juga menekankan nilai sosial karena mengintegrasikan prinsip gotong royong masyarakat sekitar, edukasi pemilahan sampah yang menunjukkan pentingnya partisipasi aktif warga RT 11. Metode pirolisis tidak hanya menawarkan solusi pengurangan sampah, namun juga menyediakan sumber energi alternatif yang memiliki potensi bagi kebutuhan warga lokal. Artikel ini akan menguraikan kolaborasi yang sinergis antara mahasiswa KKN dengan Warga RT 11 Pagedangan dengan menggambarkan secara rinci proses pirolisis plastik serta menjelaskan manfaat lingkungan dan energi yang dihasilkan. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan pirolisis dengan gotong royong di pedesaan sebagai sebuah dasar yang membedakan dari artikel yang sebelumnya telah ada. Program ini menunjukkan bahwa teknologi sederhana juga dapat berfungsi dengan efektif jika dipadukan dengan partisipasi aktif masyarakat sekitar sehingga dapat memberikan potensi untuk ditiru oleh masyarakat di pedesaan lain yang menghadapi permasalahan sampah serupa.

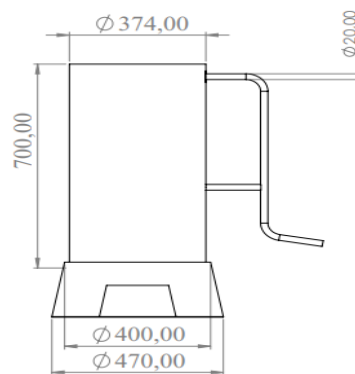
2. METODE

Program pirolisis dilakukan di RT 11 Grumbul Gayunan Desa Pagedangan dan kegiatan ini berlangsung selama kurang lebih 15 hari pada bulan Juli-Agustus 2025 dan diharapkan program ini dapat berkelanjutan sepanjang rangkaian program Kuliah Kerja Nyata Universitas Jenderal Soedirman hingga berakhirnya masa Kuliah Kerja Nyata. Untuk melancarkan program pirolisis, kami terdiri atas 11 mahasiswa KKN dan warga RT 11 dengan tokoh lokal yaitu Bapak Soimun yang memiliki gagasan terkait dengan pengolahan sampah plastik menjadi Bahan Bakar Minyak. Warga RT 11 yang terlibat mencakup Ketua RT, beberapa pemuda dan kelompok ibu rumah tangga yang menjadi sasaran utama sosialisasi pemilahan sampah. Instrumen utama yang dibutuhkan berupa reaktor pirolisis sederhana yang dibuat dari drum, tungku dari semen dan pasir, serta pipa besi sebagai saluran kondensasi yaitu ketika uap hasil pembakaran mengalami perubahan menjadi cairan berupa minyak. Instrumen pendukung berupa botol kaca sebagai tempat menampung minyak. Prosedur kegiatan yang kami lakukan mencakup koordinasi awal dengan tokoh lokal yaitu Bapak Soimun, pembuatan dan perakitan reaktor, pengumpulan sampah plastik dari warga RT 11, uji coba dan revisi alat, sosialisasi pemilahan sampah dan demonstrasi alat pirolisis, melakukan wawancara terhadap warga terkait dampak pirolisis di lingkungan sekitar. Desain reaktor dan tungku pembakaran dapat dilihat pada [Gambar 1](#).

a. Design Reaktor dan Tungku Pembakaran

Desain alat pirolisis sampah plastik ini mengutamakan kepraktisan dan fungsionalitas agar dapat direalisasikan secara langsung oleh masyarakat dengan sumber daya terbatas. Reaktor utama memiliki bentuk silinder vertikal dengan diameter 370mm dan tinggi 700mm. Reaktor ini berfungsi sebagai ruang tertutup tempat terjadinya proses pirolisis plastik dalam kondisi minim oksigen.

Proses pembakaran dilakukan dari luar menggunakan tungku berukuran 470 mm × 210 mm. Tungku ini dilengkapi dengan dua buah lubang ventilasi di bagian bawah yang berfungsi sebagai jalur masuk udara untuk menjaga stabilitas pembakaran. Lubang ventilasi ini penting untuk memastikan pembakaran berlangsung optimal dan efisien dalam menghasilkan suhu tinggi yang dibutuhkan untuk pirolisis.



Gambar 1. Desain Reaktor dan Tungku Pembakaran

b. Proses Pembuatan Tungku

Pembuatan tungku dilakukan dengan mencetak campuran semen dan pasir menggunakan cetakan kawat besi sebagai rangka utama seperti pada [Gambar 2](#). Di bagian bawah tungku ditambahkan susunan batu bata sebagai penopang struktur dan penahan panas. Tabung reaktor disini juga digunakan sebagai cetakan pada bagian tengah, yang kemudian dilepas setelah campuran mengeras untuk menciptakan rongga tempat reaktor diletakkan. Rancangan ini memungkinkan tungku menopang beban dan menjaga kestabilan posisi reaktor selama proses pirolisis berlangsung.



Gambar 2. Proses Pembuatan Tungku Pembakaran
(Sumber: Dokumentasi Lapangan, KKN Desa Pagedangan, 2025)

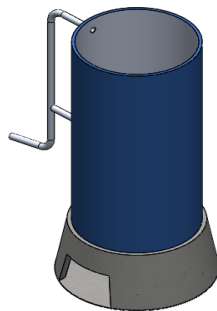
c. Proses Pembuatan Reaktor dan Sistem Kondensor

Sistem kondensasi dalam alat ini dirancang secara sederhana namun efektif. Digunakan pipa besi berukuran ½ inci yang dibengkokkan dengan sudut kemiringan tertentu sesuai rancangan seperti pada [Gambar 3](#). Pipa ini tersambung langsung pada bagian atas tabung reaktor dan berfungsi sebagai jalur keluarnya gas hidrokarbon hasil pirolisis.



Gambar 3. Pembuatan Reaktor dan Sistem Kondensor

Gas panas yang mengalir melalui pipa akan mengalami pendinginan secara alami dan berubah wujud menjadi minyak cair. Kondensor sederhana ini tidak dilengkapi dengan sistem pendingin aktif, namun tetap dapat mengkondensasi sebagian besar gas berkat konduktivitas logam dan desain sudut alir yang tepat. Pembuatan reaktor melibatkan proses pengelasan untuk menyatukan tabung reaktor dengan pipa kondensasi. Sambungan ini harus dilakukan secara presisi tanpa adanya celah udara agar tidak terjadi kebocoran gas selama proses pirolisis. Kebocoran pada sambungan dapat mengganggu proses kondensasi dan menurunkan efisiensi alat, serta berpotensi membahayakan pengguna. Oleh karena itu, proses pengelasan menjadi aspek penting dalam tahap perakitan alat ini. Bentuk 3D model alat pembakaran dapat dilihat pada [Gambar 4](#).



Gambar 4. 3D Model Alat Pembakaran

d. Proses Pirolisis

Proses pirolisis merupakan inti dari sistem pengolahan sampah plastik ini. Pirolisis sendiri adalah proses dekomposisi termal terhadap material organik atau polimer, termasuk plastik, dalam kondisi minim oksigen (anaerob) atau tanpa oksigen sama sekali, dengan tujuan untuk menghindari pembakaran sempurna dan menghasilkan produk cair dan gas yang bernilai energi. Pada sistem ini, plastik kering seperti jenis polyethylene (PE), polypropylene (PP), dan polystyrene (PS) dimasukkan ke dalam tabung reaktor tertutup. Jenis-jenis plastik tersebut dipilih karena memiliki rantai hidrokarbon yang panjang dan mudah terurai menjadi minyak dan gas pada suhu tinggi. Sebelum proses pirolisis dimulai, plastik harus dipastikan dalam kondisi bersih dan kering agar tidak mengganggu reaksi dan tidak menimbulkan uap air berlebih yang dapat mempengaruhi hasil kondensasi [4].

Setelah tabung reaktor tertutup rapat, pemanasan eksternal dilakukan dengan menyalakan tungku di bagian bawah reaktor. Suhu yang dibutuhkan untuk pirolisis plastik berkisar antara 350°C hingga 500°C [5]. Dalam desain ini, suhu belum dimonitor secara digital, namun pembakaran dikendalikan secara visual dan berdasarkan pengalaman empiris [6]. Pemanasan berlangsung secara bertahap untuk menghindari tekanan berlebih di dalam reaktor. Ketika plastik mencapai suhu pirolisis, ia mulai mencair dan terurai menjadi fraksi-fraksi hidrokarbon yang lebih kecil. Reaksi utama yang terjadi adalah cracking termal, yakni pemutusan ikatan karbon-karbon dalam rantai polimer akibat energi panas. Hasilnya adalah gas hidrokarbon yang mudah terbakar, seperti metana, etana, propana, serta uap

senyawa aromatik ringan. Gas ini selanjutnya mengalir ke sistem kondensasi melalui pipa logam berukuran ½ inci yang telah dibentuk melengkung.

Sistem kondensasi dirancang untuk menurunkan temperatur gas pirolisis, sehingga gas berubah menjadi cairan minyak. Meskipun kondensor yang digunakan tergolong sederhana (hanya berupa pipa besi dengan kemiringan tertentu), namun efektif dalam mengembunkan sebagian besar gas menjadi cair [7]. Jika sistem ini dikembangkan lebih lanjut, dapat ditambahkan pendingin air atau sistem kondensasi multistage untuk meningkatkan efisiensi. Minyak hasil pirolisis kemudian ditampung dalam wadah botol plastik atau jerigen sebagai produk utama, yang secara karakteristik menyerupai minyak tanah atau solar ringan. Produk ini dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif, khususnya untuk pembakaran luar seperti kompor atau pemanas. Namun, untuk penggunaan pada mesin, minyak ini masih perlu proses penyaringan dan pemurnian lebih lanjut.

Sisa padatan yang tertinggal di dalam reaktor dikenal sebagai char atau arang karbon. Material ini mengandung kadar karbon tinggi dan memiliki nilai guna sebagai bahan adsorben, bahan bakar padat, atau sebagai pupuk tanah (biochar) karena mampu meningkatkan kapasitas tukar kation (CEC) tanah dan memperbaiki struktur tanah di lahan pertanian [8]. Secara keseluruhan, proses pirolisis yang diimplementasikan ini merupakan solusi teknis sederhana namun berdampak nyata dalam upaya mengurangi limbah plastik dan mengubahnya menjadi produk energi [9]. Selain memberikan nilai tambah ekonomis, sistem ini juga berkontribusi terhadap lingkungan dengan mengurangi sampah plastik di tingkat lokal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Program

Mahasiswa KKN Universitas Jenderal Soedirman melakukan kerja sama dengan warga RT 11 Grumbul Gayunan yang mencakup kegiatan sosialisasi pemilahan sampah, memberikan edukasi kepada para warga dan melakukan pendampingan secara langsung saat melaksanakan program tersebut. Bapak Soimun sebagai tokoh lokal mempermudah kami dalam pengumpulan kebutuhan dan membangun kepercayaan masyarakat di RT 11 Grumbul Gayunan sebagai dasar dari pelaksanaan teknologi Pirolisis. Pirolisis merupakan proses pemanasan plastik tanpa oksigen yang kemudian menghasilkan minyak cair atau gas ringan yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif dengan efisiensi yang tinggi dan residu minimal. Kegiatan ini dilaksanakan secara bertahap selama kurang lebih 15 hari. Pada hari pertama, Tim KKN Desa Pagedangan mengadakan pertemuan koordinasi dengan Bapak Soimun untuk merumuskan rencana pembuatan alat pirolisis plastik yang diinisiasi oleh beliau. Pasca-koordinasi, Tim KKN Unsoed menyerahkan drum pembakaran sekaligus bersama Bapak Soimun melakukan survei lokasi untuk menentukan titik peletakan bahan baku utama seperti drum dan tungku pembakaran sampah plastik. Pada koordinasi ketiga kami melakukan pembuatan tungku yang berasal dari campuran semen dan pasir yang kemudian ditopang oleh kerangka yang berasal dari kawat dan pada hari yang sama, Tim KKN, Bapak Soimun dan warga setempat melakukan proses pengelasan pertama drum guna memasang saluran minyak hasil pirolisis. Langkah selanjutnya adalah kami memasang drum tepat di atas tungku pembakaran. Setelah drum telah terpasang di atas tungku pembakaran, Tim KKN bersama Mas Brian yang merupakan seorang pemuda di RT 11 Dusun Gayunan melakukan pengumpulan sampah plastik dari masing-masing rumah warga di wilayah RT 11 sebagai bahan baku inti dari proses pirolisis. Pada saat koordinasi kelima, kami bersama bapak Soimun melakukan uji coba terhadap alat pirolisis yang telah dirancang sebelumnya, pengujian alat tersebut mengungkapkan ketidakefektifan tungku pembakaran sehingga diperlukan revisi yaitu dengan menambahkan ventilasi udara pada bagian tungku pembakaran sampah plastik, setelah ventilasi dipasang terlihat bahwa proses pembakaran menjadi lebih optimal dan menghasilkan minyak dengan jumlah banyak. Keesokan harinya, tepatnya tanggal 27 Juli 2025 kami menyelenggarakan sosialisasi pemilahan sampah organik dan anorganik di Dusun Gayunan yang ditujukan kepada ibu rumah tangga di Dusun Gayunan. Pada kesempatan tersebut, pengoperasian alat pirolisis yang telah diperbaiki juga didemonstrasikan kepada seluruh peserta sosialisasi.

Bahan dan alat yang digunakan dalam proses pirolisis adalah Drum sebagai alat pembakaran sampah plastik, tungku pembakaran yang berasal dari pasir, semen dan kerangka kawat, sampah plastik sebagai bahan baku utama minyak dan pipa besi yang sudah dirancang khusus untuk saluran uap dan hasil pengolahan sampah tersebut. Selain itu, alat dan bahan yang digunakan lainnya adalah botol kaca

sebagai wadah minyak yang dihasilkan oleh pembakaran sampah di dalam drum. Masyarakat RT 11 Dusun Gayunan secara aktif terlibat dalam pemilahan dan pengumpulan sampah organik maupun anorganik di setiap rumah tangga. Selain itu, mereka juga turut berpartisipasi dalam demonstrasi alat pirolisis dan sosialisasi pemilahan sampah sebagai bagian dari program kerja bidang lingkungan yang diselenggarakan oleh tim KKN Unsoed bersama tokoh lokal RT 11 Dusun Gayunan.

3.2 Hasil Uji Coba

Minyak hasil pirolisis plastik dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk kompor sumbu, menggantikan solar atau minyak tanah serta mengurangi ketergantungan pada LPG dan bahan bakar konvensional lainnya. Uji pembakaran yang dilakukan pada saat demonstrasi menunjukkan kualitas nyala yang setara dengan solar dan minyak tanah namun dengan baunya yang tidak menyengat. Setelah melakukan uji coba dan demonstrasi secara langsung, kami melakukan wawancara kepada masyarakat RT 11 Dusun Gayunan terkait dengan perbedaan sebelum dan sesudah adanya pirolisis. Warga RT 11 Dusun memberikan kesan positif mengenai program pengolahan sampah plastik menjadi minyak sebagai alternatif bahan bakar. Inisiatif tersebut muncul pertama kali ketika ada warga yang mengalami kesulitan untuk berjualan. Berawal dari keresahan tersebut, salah satu warga mencoba membuat alat sederhana dari kaleng biskuit dan rongsokan mencoba untuk mengolah plastik menjadi minyak. Hasilnya, minyak tersebut berhasil digunakan untuk menyalakan kompor dan usaha jualan warga pun bisa berlanjut. Masalah utama yang dihadapi sebelumnya adalah harga gas dan minyak yang tinggi sehingga mendorong pencarian alternatif bahan bakar. Pirolisis yang dicetuskan oleh Bapak Soimun di Dusun Gayunan ini pun menjadi solusi ekonomis dan inovatif bagi masyarakat. Respon masyarakat terhadap program ini sangat baik, warga sekitar terlihat antusias untuk berpartisipasi bahkan secara mandiri memilah sampah plastik dan mengantarkan ke rumah Bapak Soimun untuk diolah. Saat kami bertanya mengenai keberlanjutan pirolisis, warga menyatakan ketersediaan secara penuh untuk memilah sampah plastik di rumah demi mendukung program ini. Warga RT 11 Dusun Gayunan berharap program ini dapat terus berjalan lancar dan mendapat dukungan dari seluruh masyarakat Dusun Gayunan bahkan meluas hingga seluruh Dusun di Desa Pagedangan.

Narasumber kedua adalah pemuda di RT 11 Dusun Gayunan, menurutnya program pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar seperti lampu minyak merupakan sebuah inovasi yang sangat positif dan bermanfaat. Ditengah harga gas dan bahan bakar yang selalu mengalami peningkatan dan semakin mahal, program ini dapat menjadi solusi alternatif yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga dapat membantu meringankan beban ekonomi warga di sekitarnya. Ia menilai bahwa ide tersebut sederhana namun dapat berdampak besar terutama bagi masyarakat yang masih mengandalkan lampu minyak sebagai sumber penerangan atau kompor minyak untuk memasak. Saat kami bertanya apakah sebelumnya sudah pernah melaksanakan program serupa di Dusun Gayunan, narasumber menyampaikan bahwa inisiatif ini baru muncul dan dijalankan kali ini di wilayah tersebut. Narasumber menyampaikan bahwa antusiasme masyarakat sangat tinggi, warga tidak hanya menerima dengan baik namun juga aktif berpartisipasi. Banyak warga yang sudah mulai memilah dan mengumpulkan sampah plastik dari rumah masing-masing atau bahkan datang langsung membawa sampah ke lokasi pengolahan. Secara keseluruhan, hasil dari wawancara tersebut mengharapkan agar program ini dapat terus berkembang dan berkelanjutan, bukan hanya di satu Dusun saja namun juga bisa diperluas hingga tingkat desa bahkan kabupaten. Selain membantu kebutuhan energi warga, program pirolisis juga dapat mengedukasi masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sampah dan kelestarian lingkungan. Dengan lingkungan yang bersih, suasana di sekitar pun menjadi nyaman dan masyarakat dapat hidup lebih sehat dan produktif.

Hasil uji coba menunjukkan bahwa pirolisis mampu menghasilkan minyak cair yang menyerupai minyak tanah atau solar ringan dengan rata-rata 15-30 kg plastik per minggu dapat menghasilkan 7-15 liter minyak. Minyak hasil dari reaktor pembakaran sampah plastik dapat dilihat pada [Gambar 5](#). Sedangkan air hasil dari tungku pembakaran dapat dilihat pada [Gambar 6](#).



Gambar 5. Minyak Hasil dari Reaktor Pembakaran Sampah Plastik
(Sumber: Dokumentasi Lapangan, KKN Desa Pagedangan, 2025)



Gambar 6. Air Hasil dari Tungku Pembakaran
(Sumber: Dokumentasi Lapangan, KKN Desa Pagedangan, 2025)

Pengelolaan plastik rumah tangga menjadi minyak melalui proses pirolisis di RT 11 menunjukkan salah satu bentuk Waste-to-Energy berskala komunitas kecil. Di Gayunan, teknologi WtE diterapkan dalam bentuk yang sederhana dan berbasis gotong royong. Meskipun volume produksi masih kecil namun hasil tersebut menunjukkan bahwa WtE tidak harus pada skala besar saja, melainkan dapat dilakukan di tingkat rumah tangga atau RT dengan biaya rendah partisipasi aktif masyarakat sekitar. Perbedaan penerapan WtE ini lah yang menjadi sebuah perbedaan penerapan pirolisis di Gayunan dengan wilayah lainnya. Sedangkan inovasi pirolisis di Grumbul Gayunan juga menekankan 3 prinsip inti Circular Economy yaitu menghilangkan limbah dan polusi, mengedarkan produk dan bahan, dan meregenerasi alam [10]. Pirolisis di Gayunan dapat dipahami sebagai bentuk waste valorization yaitu mengubah sampah plastik yang sulit terurai menjadi energi cair yaitu minyak yang dapat digunakan kembali [11]. Pirolisis di Grumbul Gayunan tidak hanya menghilangkan sampah plastik namun juga dapat menghasilkan manfaat ekonomi dan energi.

3.3 Efektivitas Pirolisis

Hasil implementasi menunjukkan bahwa pirolisis sederhana mampu mengubah sampah plastik rumah tangga menjadi minyak cair dengan kualitas setara dengan minyak tanah atau solar ringan [8]. Fakta tersebut sejalan dengan penelitian yang terdapat dalam Energy Conversion and Management yang menyatakan bahwa pirolisis dapat menghasilkan minyak dan gas dengan residu minimal [12]. Pirolisis sudah diterapkan di berbagai wilayah seperti contohnya pada tahun 2022 BUMDes Asri Wijayasari Desa Kutasari Kabupaten Purbalingga telah mengolah sampah anorganik plastik menjadi aneka Bahan Bakar Minyak yang setara dengan solar, minyak tanah maupun bensin. Pirolisis di Desa Kutasari disebut sebagai proses pengolahan sampah plastik yang ramah lingkungan dan tidak menimbulkan polusi atau pencemaran [6]. Pengelola BUMDes mengungkapkan 1 liter BBM dihasilkan dari 1 kg sampah plastik, namun karena Pirolisis pada BUMDes tersebut cenderung lebih besar sehingga untuk

membangun teknologi ini membutuhkan biaya sebesar Rp 65 Juta untuk kapasitas 50 liter dan sudah termasuk dengan training pengoperasian alat tersebut [13]. Contoh lain penerapan Pirolisis adalah di RT 24 Giri Mulyo Balikpapan, Pirolisis diadopsi di Balikpapan karena plastik menduduki peringkat ketiga terbesar dalam sampah rumah tangga dan plastik disebut menyumbang sekitar 17% volume sampah harian. Program Pirolisis di RT 24 Giri Mulyo dilakukan oleh Institut Teknologi Kalimantan yang melibatkan mahasiswa KKN dengan warga setempat [14]. Kegiatan tersebut dilakukan dalam bentuk sosialisasi dan demonstrasi langsung cara kerja alat pirolisis yang menghadirkan 32 warga setempat. Meskipun masih ada warga yang menyatakan bahwa teknologi pirolisis masih sulit diterapkan dan dikembangkan secara massal di wilayah Balikpapan, namun sebanyak 90% warga Balikpapan menilai bahwa akses untuk mendapatkan bahan baku plastik relatif mudah mengingat volume sampah plastik di Balikpapan selalu meningkat di setiap harinya [10].

Berdasarkan studi kasus sebelumnya yang sudah dicantumkan yaitu di Desa Kutasari (Kabupaten Purbalingga) dan Desa Giri Mulyo (Balikpapan), komunitas di wilayah setempat memanfaatkan minyak hasil pirolisis sebagai bahan bakar utama rumah tangga dan sebagian masyarakatnya menjual sebagai tambahan pendapatan bagi RT dan RW. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak yang dihasilkan melalui proses pirolisis plastik memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada mesin diesel mini maupun generator berbahan bakar solar, baik digunakan secara murni maupun sebagai campuran dengan bahan bakar konvensional [14]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar lebih rendah jika dibandingkan dengan solar sehingga minyak hasil pirolisis disebut menjadi alternatif minyak yang efisien jika diterapkan di skala komunitas.

Program pirolisis di RT 11 Grumbul Gayunan berbeda dengan penerapan pirolisis di BUMDes Kutasari maupun Balikpapan. Jika di kedua lokasi tersebut pirolisis diterapkan dengan biaya besar dan dukungan kelembagaan, di Grumbul Gayunan teknologi dikembangkan secara sederhana menggunakan drum dan tungku yang terbuat dari semen dan pasir. Hal ini menunjukkan alternatif lainnya berbasis komunitas kecil dengan biaya yang lebih murah dan sesuai dengan kondisi pedesaan karena lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan pembakaran di lahan terbuka yang berbahaya bagi kesehatan masyarakat disekitarnya. Dari penjelasan tersebut, kolaborasi antara mahasiswa KKN dengan Warga RT 11 Grumbul Gayunan tidak hanya mengandalkan transfer teknologi saja namun juga membangkitkan semangat dan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan sampah untuk mengurangi volume sampah serta membangun semangat gotong royong sebagai dasar dari keberlanjutan Pirolisis tersebut. Proses pirolisis berlangsung tanpa oksigen sehingga terjadi pengurangan pembentukan polutan berbahaya yang biasa timbul dari pembakaran di lahan terbuka [15]. Terdapat beberapa keunggulan dan manfaat pirolisis jika dibandingkan dengan pembakaran biasa seperti pirolisis menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih rendah, produk yang dihasilkan oleh pirolisis memiliki banyak kegunaan dibandingkan dengan pembakaran di lahan terbuka yang hanya menghasilkan arang.

3.4 Keunggulan dan Keterbatasan

Meskipun jika dibandingkan dengan pembakaran terbuka pirolisis menghasilkan emisi lebih rendah dan dapat menghasilkan produk yang lebih bermanfaat, namun pada pelaksanaannya tentu saja terdapat tantangan yang masih harus diperhatikan mulai dari kualitas bahan baku yang digunakan hingga pengelolaan gas dan residu [16]. Plastik yang masih mengandung air tinggi atau tercampur sampah organik menyebabkan meningkatnya beban kalor untuk menguapkan air, memperlambat reaksi peningkatan suhu, dan uap dapat menyebabkan korosi pada permukaan logam sehingga menyebabkan kerak atau penurunan umur alat secara dini [17]. Perlu juga untuk memperhatikan jenis plastik campuran yang digunakan. Meskipun plastik jenis PVC jarang muncul di sampah rumah tangga, tetapi sampah plastik jenis ini dapat menghasilkan gas HCl yang dapat merusak atau menghancurkan zat lain melalui reaksi kimia sehingga dapat menurunkan kualitas minyak [15]. Untuk menghindari kesalahan penggunaan sampah plastik, warga perlu memastikan plastik yang dikumpulkan dan disortir merupakan sampah yang sudah bersih dan dikeringkan sebelum disimpan [18]. Proses pirolisis yang berjalan pada suhu kurang lebih 300-500°C jika tidak kedap akan memicu ledakan dan kebakaran di dalam drum karena adanya oksigen yang masuk secara tiba-tiba dalam drum tersebut sehingga perlu diperhatikan dalam seal drum harus tahan suhu dan tekanan tinggi [19]. Jika sambungan las kurang memadai maka akan terjadi kebocoran gas panas dari dalam drum. Area peleburan harus memiliki ventilasi alami agar panas tidak menumpuk dan memicu tekanan atau kegagalan teknis lainnya. Selain itu terdapat tantangan

lainnya terkait dengan skala. Jika RT 11 Dusun Gayunan hanya menghasilkan sampah plastik sebanyak 15-30 kg per minggunya maka hanya akan menghasilkan 7-15 liter minyak. Jumlah ini dianggap tidak ekonomis untuk penggunaan maupun pemeliharaan alat. Untuk menghindari kurangnya sampah plastik, RT 11 Dusun Pagedangan dapat meniru model komunitas seperti Desa Kutasari dan Desa Giri Mulyo karena keberhasilannya dalam kolaborasi beberapa RT untuk menyediakan plastik dalam jumlah besar. Warga RT 11 Dusun Gayunan dapat membangun kesepakatan antar RT untuk menyediakan pos penghimpunan bahan baku sampah plastik setiap harinya. Tantangan dalam mengimplementasikan pirolisis plastik di RT 11 Dusun Gayunan tidak hanya berkaitan dengan produksi minyak namun juga mencakup aspek teknis, keselamatan, kesehatan dan sosial-ekonomi.

4. KESIMPULAN

Program pengolahan sampah plastik menjadi minyak melalui metode pirolisis yang dilaksanakan di RT 11 Dusun Gayunan memberikan sebuah bukti bahwa inovasi lokal berbasis partisipasi masyarakat menjadi solusi nyata terhadap permasalahan lingkungan dan kebutuhan energi di wilayah pedesaan. Melalui kerjasama antara mahasiswa KKN Universitas Jenderal Soedirman dan warga setempat khususnya Bapak Soimun, teknologi pirolisis berhasil diterapkan secara sederhana namun fungsional dengan menggunakan alat dan bahan yang mudah dijangkau oleh masyarakat. Program pirolisis tidak hanya berdampak pada pengurangan volume sampah plastik namun juga memberikan alternatif bahan bakar yang lebih terjangkau di tengah mahalannya gas dan minyak [1]. Partisipasi aktif warga dalam pemilahan dan pengumpulan sampah menunjukkan adanya peningkatan kesadaran lingkungan, semangat gotong royong dan antusiasme terhadap keberlanjutan program. Program yang diterapkan di Grumbul Gayunan membuktikan bahwa inovasi waste-to-energy berbasis komunitas kecil tidak hanya menurunkan volume plastik saja, namun juga menghasilkan bahan bakar alternatif yang dapat menggantikan minyak tanah atau solar ringan dalam kebutuhan rumah tangga [12]. Namun pengimplementasian teknologi ini juga menghadapi tantangan teknis seperti kualitas bahan baku plastik, efisiensi alat, dan aspek keselamatan [20]. Proses pirolisis yang membutuhkan suhu tinggi dengan kondisi minim oksigen dapat menyebabkan risiko kebocoran gas panas dan ledakan sehingga perlu diantisipasi dan harus benar-benar diperhatikan. Untuk menjamin keberlanjutan dan keamanan dalam program pirolisis di Grumbul Gayunan, proses pirolisis yang berlangsung pada suhu tinggi dan kondisi minim oksigen sehingga memerlukan pemenuhan standar ventilasi agar terdapat pencegahan akumulasi gas. Selain itu sambungan reaktor juga perlu dilas secara tepat dan teliti agar kedap udara serta tahan terhadap suhu dan tekanan tinggi [14]. Dengan resiko-resiko yang dapat muncul saat terjadinya proses pirolisis ini menunjukkan pentingnya pelatihan keselamatan bagi warga yang terlibat. Selain aspek keselamatan, keberlanjutan program pirolisis dapat diperkuat melalui kolaborasi antar-RT atau melalui dukungan dari BUMDes untuk memastikan pasokan plastik setiap minggunya dapat tersedia dalam jumlah yang cukup. Implikasi program pirolisis ini adalah dapat diterapkan di wilayah lainnya dengan teknologi sederhana, biaya yang tergolong rendah dan berbasis pada gotong royong.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Ketahuilah Bahaya Membakar Sampah Plastik," DLHK Mamuju, 2025.
- [2] "Kegunaan dan Manfaat dari Pirolisis, Mengolah Sampah Menjadi Bahan Bakar," 25 Januari 2024.
- [3] I. H. Hidayat, "Uji Karakteristik Minyak Pirolisis Berbahan Baku Limbah Plastik Polypropylene," *Jurnal Teknik Mesin Unesa*, pp. 13-20, 2022.
- [4] A. & Y. F. Wisnujati, "Analisis karakteristik pirolisis limbah plastik low density polyethylene (LDPE) sebagai bahan bakar alternatif," *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 2020, doi: [10.24127/trb.v9i1.1158](https://doi.org/10.24127/trb.v9i1.1158)
- [5] L. Ernawati, R. R. Ginting and M. I. Zamzani, "Edukasi Pirolisis Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Alternatif Skala Rumah Tangga," *Jurnal Masyarakat Mandiri*, vol. 7, no. 5, 2023, doi: [10.31764/jmm.v7i5.17444](https://doi.org/10.31764/jmm.v7i5.17444)
- [6] M. M. Hasan, R. Haque, M. I. Jahirul and M. G. Rasul, "Pyrolysis of plastic waste for sustainable energy Recovery: Technological advancements and environmental impacts," *Energy Conversion and Management*, vol. 326, 15 Februari 2025, doi: [10.1016/j.enconman.2025.119511](https://doi.org/10.1016/j.enconman.2025.119511)
- [7] "Apa itu Pirolisis? Ubah Sampah Menjadi Bahan Bakar dan Produk Berharga," 28 March 2024.
- [8] "Perancangan Teknologi Pirolisis Untuk Konversi Limbah Plastik Menjadi Energi Alternatif Sebagai Media Edukasi di RT. 24 Giri Mulyo Balikpapan dengan Metode Action Research - LPPM ITK,"

- [9] B. Sugiantoro, M. Soleh, N. K. T. Martuti, W. and S. , "Inovasi Reaktor Pirolisis Sampah Plastik Campuran Sampah Perkotaan Dengan Tabung Mendatar Dan Kondensor Bertingkat Kapasitas 50 Kg Self-Sufficient," Pengabdian Sehati Abdimas Tahun 2024, vol. 7, no. 1, 2024, doi: [10.47767/sehati_abdimas.v7i1.931](https://doi.org/10.47767/sehati_abdimas.v7i1.931)
- [10] WasteX, "Apa itu Pirolisis? Ubah Sampah Menjadi Bahan Bakar dan Produk Berharga," 28 Maret 2024.
- [11] H. Azis, " Produksi ahan Bakar Cair Dari Limbah Plastik Polyproylene PP Metode Pirolisis," Journal of Chemical Process Engineering, pp. 18-23, 2021, doi: [10.33536/jcpe.v6i1.689](https://doi.org/10.33536/jcpe.v6i1.689)
- [12] R. Hakiki, "Inventarisasi Faktor Keberlanjutan Reduksi Sampah Plastik Melalui Proses Pirolisis," Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti, pp. 80-89, 2022, doi: [10.25105/pdk.v7i1.10768](https://doi.org/10.25105/pdk.v7i1.10768)
- [13] R. R. M. Jahiding, "Analisis Pengaruh Temperatur Pirolisis terhadap Kualitas Bahan Bakar Minyak dari Limbah Plastik Polipropilena," academia.edu, pp. 6-10, 2020, doi: [10.22487/gravitasi.v19i1.15177](https://doi.org/10.22487/gravitasi.v19i1.15177)
- [14] Y. Lubis, "Pengolahan Sampah Plastik HDPE (High Density Polyethylene) dan PET (Polyethylene Terephthalate) Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Pirolisis," Jurnal Ilmu Lingkungan, pp. 735-742, 2022, doi: [10.14710/jil.20.4.735-742](https://doi.org/10.14710/jil.20.4.735-742)
- [15] S. Maithomklang, "Utilizing Waste Plastic Bottle-Based Pyrolysis Oil as an Alternative Fuel," Acs Publications, pp. 20542-20555, 2022, doi: [10.1021/acsomega.1c07345](https://doi.org/10.1021/acsomega.1c07345)
- [16] H. A. Nofendri, "Perancangan Alat Pirolisis Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar," Jurnal Kajian Teknik Mesin, pp. 1-11, 2022, doi: [10.52447/jktm.v6i1.4454](https://doi.org/10.52447/jktm.v6i1.4454)
- [17] A. Novita, "Artikel Review: Parameter Operasional Pirolisis Biomassa," Agroteknika, 2021, doi: [10.32530/agroteknika.v4i1.105](https://doi.org/10.32530/agroteknika.v4i1.105)
- [18] A. S. Nugroho, "Pengolahan Limbah Plastik LDPE dan PP Untuk Bahan Bakar Dengan Cara Pirolisis," Jurnal Litbang Sukowati, 2020, doi: [10.32630/sukowati.v4i1.166](https://doi.org/10.32630/sukowati.v4i1.166)
- [19] S. Riandis, "Pengolahan Sampah Plastik dengan Metode Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak," Jurnal Chemurgy, 2021, doi: [10.30872/cmug.v5i1.4755](https://doi.org/10.30872/cmug.v5i1.4755)
- [20] M. M. Restanti, "Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Alternatif dengan Metode Pirolisis," Jurnal Serambi Engineering, 2023, doi: [10.32672/jse.v8i4.6789](https://doi.org/10.32672/jse.v8i4.6789)