

Processing of Plastics Waste into Fuel Oil by Communal Scale Pyrolysis Method in Kedungringin Village, Muncar, Banyuwangi

**Prabuditya Bhisma Wisnu Wardhana¹, Agung Fauzi Hanafi², Asmar Finali³,
Mega Lazuardi Umar⁴, Andean Bagus Prasetyo⁵**

^{1,2,3,4,5} Manufacturing Engineering Technology Department of Banyuwangi State Polytechnic
Email: prabuditya@poliwangi.ac.id

 <https://doi.org/10.36526/gandrung.v3i2.2008>

Abstract: *Plastic waste is a big problem in society because it can pollute the environment. The purpose of this assisted village grant program is to apply plastic waste processing technology into fuels that can be used for household and small-scale industrial purposes for the residents of Kedungringin village. The activities of the assisted village grant program are carried out by observing partners, then identifying equipment needs and designing and fabricating pyrolysis equipment. After the fabrication process is complete, then it is continued with socialization and training for Kedungringin villagers. Reactor performing tests using 1.5 kg of polyethylene plastic waste were able to produce about ± 1.2 liters of oil and ± 200 grams of charcoal from plastic waste. We hoped that with this plastic waste processing tool, the problem of environmental pollution due to the accumulation of plastic waste can be solved without causing new problems.*

Keyword: *Pyrolysis, Plastic Waste, Fuel, Community Service*

Pendahuluan

Desa Kedungringin terletak di kecamatan Muncar, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Desa dengan luas $\pm 4,74$ km² ini memiliki penduduk sebanyak ± 3050 jiwa. Desa ini terletak di sebelah selatan Banyuwangi yang berhadapan langsung dengan pantai selatan Pulau Jawa. Sebagian besar mata pencaharian penduduk Desa Kedungringin adalah nelayan. Desa ini memiliki permasalahan diantaranya adalah belum optimalnya pengelolaan sampah terutama sampah plastik. Hal ini juga diperparah dengan belum adanya sosialisasi dan pelatihan tentang pengolahan sampah plastik yang baik dan benar. Mata pencarian masyarakat Desa Kedungringin Muncar Kabupaten Banyuwangi mayoritas bekerja sebagai nelayan dan buruh pabrik. Kondisi lingkungan di Desa Kedungringin terdapat banyak industri pengolahan hasil laut, seperti industri ikan sarden, dan industri pengawetan ikan. Selain industri berskala besar, di desa tersebut juga terdapat beberapa industri skala kecil seperti tempat pembuatan perahu, tempat pembuatan terasi, dan pertokoan. Hal ini membuat limbah terutama plastik menjadi permasalahan utama karena banyaknya industri di Desa Kedungringin. Plastik adalah makromolekul yang diproses dengan cara polimerisasi, yaitu mekanisme peleburan beberapa molekul sederhana (monomer) menjadi polimer melalui proses kimiawi (Surono & Ismanto, 2016).

Volume 3, Number 2, Juli 2022 | 471

Processing of Plastics Waste into Fuel Oil by Communal Scale Pyrolysis Method in Kedungringin Village, Muncar, Banyuwangi

Prabuditya Bhisma Wisnu Wardhana, Agung Fauzi Hanafi, Asmar Finali, Mega Lazuardi Umar, Andean Bagus Prasetyo



Gambar. 1 Kantor Desa Kedungringin

Pihak Desa Kedungringin telah berusaha menyelesaikan permasalahan limbah plastik ini dengan mengadakan program peduli sampah. Program peduli sampah ini dilakukan dengan sistem memberi dua tempat sampah di setiap rumah dan tempat industri. Tempat sampah ini berguna untuk menampung sampah organik dan sampah non organik terutama plastik. Sampah yang sudah terkumpul di tempat yang sudah disiapkan oleh pihak desa akan diambil oleh petugas yang mengurus sampah setiap dua hari sekali. Sampah yang sudah dikumpulkan oleh petugas lalu dikumpulkan di tempat pengumpulan sampah sementara. Setiap hari ada sekitar 8 unit kendaraan pengangkut sampah yang bertugas untuk mengambil sampah dari rumah warga dan tempat industri. Sampah yang ada di tempat pengumpulan sampah sementara dibuang ke tempat pembuangan sampah (bank sampah) yang ada di Desa Sumberberas.

Tujuan dari program pengabdian masyarakat ini antara lain adalah : 1). Mengurangi sampah plastik di lingkungan Desa Kedungringin yang mencemari lingkungan, 2). Mengolah sampah plastik menjadi sesuatu yang bermanfaat, bernilai ekonomi tinggi dan mencukupi kebutuhan energi di masyarakat berupa bahan bakar alternatif, 3). Memberdayakan masyarakat Desa Kedungringin untuk meningkatkan keterampilan dan penghasilan tambahan dengan memanfaatkan sampah plastik menjadi produk yang lebih berguna, 4). Mempromosikan kepada masyarakat umum bahwa warga Desa Kedungringin mampu memanfaatkan sampah plastik menjadi sumber energi terbarukan yang dapat

membantu bahkan mencukupi kebutuhan energi Indonesia, 5). Mengembangkan Desa Binaan berbasis ekonomi kreatif sebagai contoh desa yang mempunyai industri energi terbarukan yang dapat membangun dan meningkatkan perekonomian masyarakat menjadi lebih baik. Mengolah sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif dengan memanfaatkan teknologi pirolisis adalah pilihan yang bijak dan prospektif. Hal ini dikarenakan selain mengurangi timbunan sampah plastik, mengurangi pencemaran lingkungan, namun juga bisa mendatangkan keuntungan secara ekonomi kepada masyarakat sekitar.



Gambar 2. Petugas pengangkut sampah dan kendaraan pengangkut sampah di program peduli sampah Desa Kedungringin. (Dok, 2021)

Metode

Pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan oleh staf dari kampus dibantu oleh mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Banyuwangi. Beberapa kegiatan dilakukan baik di lokasi pengabdian maupun di kampus Politeknik Negeri Banyuwangi. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diawali dengan observasi di lingkungan mitra yaitu di Desa Kedungringin, Kecamatan Muncar, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Hal ini perlu dilakukan untuk mencari data awal dan memahami kebutuhan mitra terkait dengan program pengabdian yang akan dilakukan. Setelah mengetahui kebutuhan mitra, langkah selanjutnya adalah merencanakan dan memetakan peralatan dan desain yang diperlukan untuk membuat alat pengolah sampah plastik. Perancangan alat ini direncanakan untuk mampu mengolah 20 kg sampah plastik pada satu kali proses.

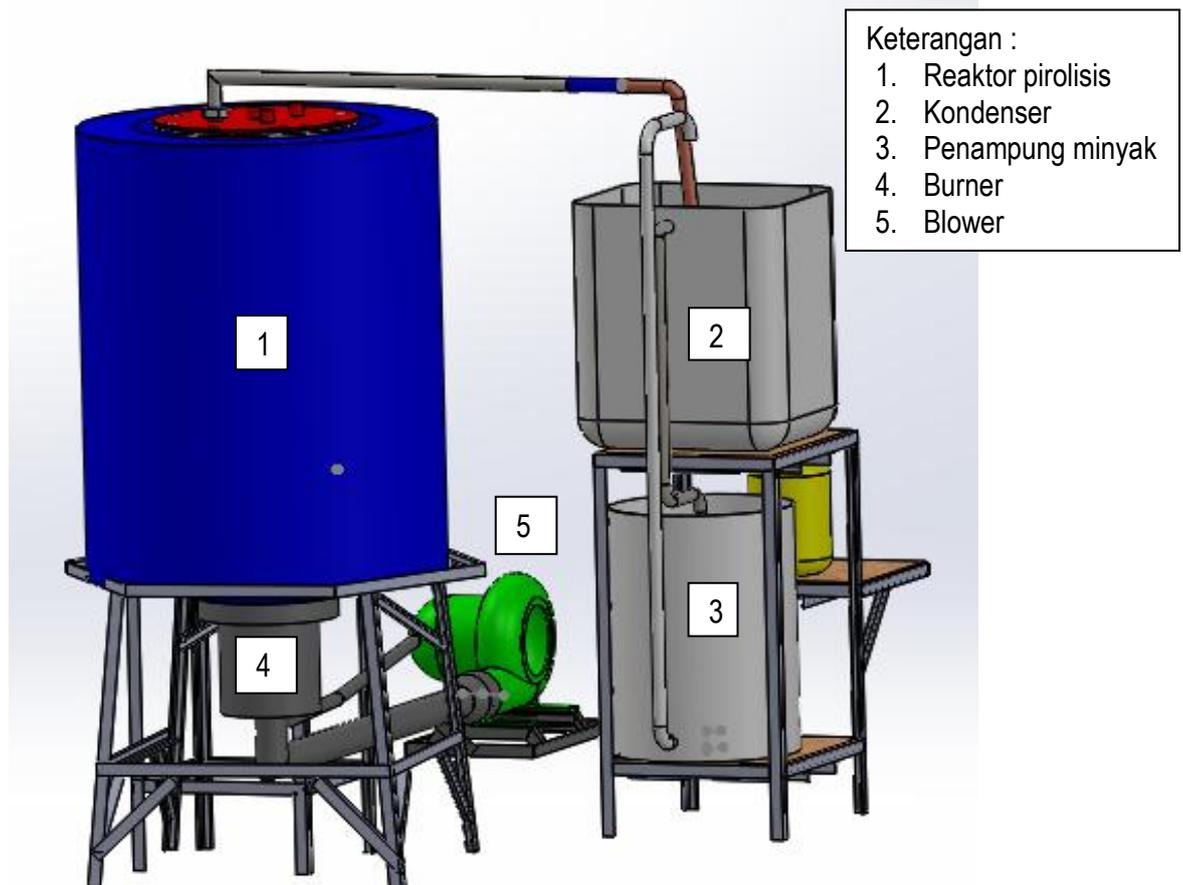
Beberapa cara juga bisa dilakukan untuk mencapai tujuan dari pengabdian kepada masyarakat

ini antara lain: 1). Sampah plastik dikumpulkan dari rumah warga dan dipisahkan dari sampah jenis lain, 2). Mengolah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan metode pirolisis dan menjualnya kepada warga sekitar dengan harga yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar konvensional, 3). Melatih masyarakat sekitar untuk menggunakan dan merawat alat pirolisis serta memilah produk akhir yang bisa dimanfaatkan, 4). Memberikan penyuluhan dan pendampingan kepada masyarakat tentang pengolahan sampah plastik, 5). Mengadakan kunjungan dan penyuluh secara rutin untuk memberikan pemahaman dan menjangkau aspirasi dari warga untuk mengembangkan teknologi pengolahan sampah plastik ini.

Hasil dan Diskusi

Hasil dari observasi lingkungan didapatkan bahwa pengolahan sampah plastik oleh warga masih dibakar dan menimbulkan polusi lingkungan. Sampah plastik rata-rata per KK berkisar antara 2-5 kg/hari. Petugas pengangkut sampah kesulitan untuk mengolah sampah plastik dari warga. Langkah selanjutnya adalah merencanakan desain alat sesuai dengan kebutuhan warga. Warga masyarakat menginginkan alat yang murah, mudah dioperasikan dan dirawat serta mudah dipindahkan jika dibutuhkan. Sesuai dengan masukan dari warga tersebut, alat pirolisis plastik direncanakan berkapasitas 20 kg untuk sekali proses. Peralatan yang dibutuhkan relatif mudah didapatkan di sekitar lingkungan warga, misal drum oli bekas, rangka besi siku, jerigen plastik, pipa besi dan *blower* angin.

Sampah plastik yang akan diolah dimasukkan ke dalam reaktor. Reaktor serupa dengan bahan bakar gas LPG juga pernah dibuat menggunakan pelat besi dengan ketebalan ± 3 mm dan kapasitas ± 4 kg (Wardhana, Finali, & Hanafi, 2020). Reaktor ini berfungsi sebagai tempat sampah plastik yang akan dikonversi menjadi bahan bakar alternatif ramah lingkungan. Reaktor ini berdiameter ± 30 cm dan tinggi ± 60 cm. Reaktor ini juga dilengkapi dengan dinding isolator yang terbuat dari semen tahan panas dengan ketebalan ± 5 cm untuk menjamin tidak ada panas berlebih yang terbangun ke lingkungan. Reaktor ini juga dilengkapi dengan *pressure gauge* untuk mengukur tekanan di dalam reaktor, termometer untuk memantau temperatur di dalam reaktor dan *safety valve* untuk faktor keamanan bila terjadi tekanan berlebih di dalam reaktor. Reaktor ini juga dilengkapi dengan tutup menggunakan beberapa baut sebagai pengunci. Reaktor ini juga dilengkapi dengan kondenser.



Gambar 3. Hasil Perancangan Alat Pirolisis

Kondenser berfungsi untuk merubah fase gas/uap dari hasil pirolisis sampah plastik menjadi cairan (bahan bakar minyak). Kondenser ini memiliki dua sistem pendinginan yaitu menggunakan udara dan menggunakan air mengalir yang dibantu dengan pompa untuk sirkulasi. Pipa yang digunakan pada kondenser ini menggunakan material dari pipa tembaga untuk menjamin proses perpindahan panas berlangsung dengan baik dan proses kondensasi menghasilkan minyak dengan kuantitas yang optimal. Energi untuk pemanasan alat ini direncanakan menggunakan dua opsi yaitu *burner* berbahan bakar limbah biomassa dan *burner* berbahan bakar oli bekas. Alasan penggunaan bahan bakar tersebut adalah untuk menghemat biaya produksi sekaligus memanfaatkan limbah untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

Pemanas (*burner*) merupakan alat untuk mensuplai panas yang digunakan untuk memanaskan sampah plastik di dalam reaktor. *Burner* ini diharapkan mampu menghasilkan api dengan temperatur mencapai 500°C - 1000°C sehingga plastik dapat mencair dan berubah menjadi uap. Pengolahan sampah plastik menggunakan teknologi pirolisis dan pemanas dari *burner* berbahan bakar biomassa

dan minyak jelantah juga pernah dilakukan oleh peneliti lain di Kabupaten Bantul (Syamsiro & Ika, 2019). Setelah proses perencanaan, perancangan dan proses fabrikasi, maka langkah selanjutnya adalah proses pengujian awal alat pirolisis untuk memastikan alat dapat berfungsi dengan baik dan minim hambatan. Pengukuran panas pada alat ini menggunakan termometer. Massa sampah plastik yang digunakan diukur menggunakan timbangan digital untuk memastikan nilai pengukuran yang akurat, sedangkan waktu pengujian diukur menggunakan *stopwatch*.

Sistem pirolisis ini bekerja dengan cara memanaskan material dengan sedikit atau tanpa oksigen. Teknologi ini digunakan untuk mengolah sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif berupa minyak. Mekanisme pirolisis ini mampu mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dikarenakan bahan dasar pembuatan plastik berasal dari minyak bumi. Plastik adalah polimer dengan rantai panjang, mekanisme pirolisis inilah yang memotong rantai panjang tersebut menjadi rantai yang lebih pendek. Teknologi ini dapat berlangsung pada temperatur kerja berkisar antara 300° - 800°C, namun temperatur kerja ini juga bergantung pada jenis plastik yang diproses dan produk yang diinginkan (Rafli, et al., 2017). Hasil pengolahan sampah pada temperatur kerja 300°-350°C menggunakan sampah plastik jenis polipropilen sebanyak 1,5 kilogram bisa menghasilkan bahan bakar minyak sebanyak 1,2 liter, bahan bakar padat berupa arang plastik sebanyak ± 200 gram dan bahan bakar gas yang tidak bisa terkondensasi.

Pirolisis 1000 gram sampah plastik polipropilena dengan durasi 120 menit pada berbagai suhu menghasilkan minyak berkisar antara 87 hingga 680 mililiter (Pasae, Bulu, Lande, & Allo, 2020). Minyak sampah plastik ini berwarna kuning kecoklatan dan memiliki aroma dan kekentalan serupa dengan bensin atau solar. Produk gas hasil pirolisis tersebut bisa dimanfaatkan untuk memasak dengan cara ditampung ke dalam tabung dengan bantuan kompresor. Jika tidak disimpan ke dalam tabung, maka gas tersebut harus dinyalakan (*flare*) atau dilewatkan ke dalam wadah yang berisi air (*water trap*) untuk mengurangi polusi yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan gas tersebut cenderung berbahaya dan bersifat karsinogen (Ermawati, 2011). Pirolisis sampah plastik sejumlah 2500 gram juga pernah dilakukan pada temperatur 450°C dimana proses ini mampu menghasilkan 61 % minyak, 27% produk padat dan 12% gas (Wardhana & Saptoadi, 2016).



Gambar 5. Proses Pengujian Alat Pirolisis Oleh Masyarakat

Dengan berkurangnya sampah plastik, tingkat pencemaran lingkungan menurun dan kesehatan warga menjadi lebih baik. Alat ini disambut dengan baik oleh masyarakat terutama pengelola sampah di Desa Kedungringin. Mereka sangat antusias mencoba menggunakan alat ini untuk mengelola sampah plastik di desa mereka yang hingga kini sangat sulit mereka olah dengan baik. Sampah plastik yang selama ini menjadi permasalahan serius di desa kini sudah bisa teratasi dengan baik dan bahkan mampu mendatangkan keuntungan secara lingkungan dan ekonomi. Hal ini dikarenakan semua produk hasil pengolahan sampah plastik ini bisa digunakan sebagai bahan bakar. Produk minyak bisa digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor, produk padat bisa digunakan sebagai bahan bakar briket untuk memasak rumah tangga. Tidak menutup kemungkinan dengan adanya alat ini bisa meningkatkan taraf perekonomian warga dengan cara menjual minyak hasil pirolisis plastik tadi dengan harga di bawah harga bahan bakar konvensional. Kelompok masyarakat pengelola sampah ini juga bisa memberikan pelayanan pengolahan sampah plastik dari desa tetangga dengan dikenakan tarif yang tidak terlalu memberatkan masyarakat. Cara ini diharapkan mampu untuk memperbaiki taraf perekonomian warga desa Kedungringin.



Gambar 6. Produk Cair Hasil Pirolisis Sampah Plastik

Kesimpulan

Burner oli bekas mampu menghasilkan api dengan suhu berkisar antara 750-950°C. Panas dari api ini digunakan untuk memanaskan reaktor pirolisis. Reaktor pirolisis dengan isolator dari semen tahan api mampu menampung 20 kg sampah plastik serta mengurangi panas terbuang ke lingkungan. Kondenser dengan media pendingin udara dan air yang dibantu dengan pompa mampu mengubah gas dari sampah plastik menjadi cairan minyak. Alat pirolisis ini berhasil merubah 20 kg sampah plastik menjadi \pm 12 liter minyak, \pm 5 kg limbah plastik padat yang bisa digunakan sebagai briket serta *flammable* gas yang bisa digunakan sebagai bahan bakar untuk kompor. Minyak hasil pengolahan sampah plastik bisa digunakan sebagai campuran untuk bahan bakar perahu nelayan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Banyuwangi melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang telah memberikan pendanaan sehingga Program Pengabdian Kepada Masyarakat ini dapat terlaksana. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Warga Desa Kedungringin atas kerjasamanya dalam implementasi program pengabdian kepada masyarakat ini. Tidak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Mahasiswa Teknik

Mesin Politeknik Negeri Banyuwangi atas kinerja dan kerjasamanya.

Daftar Referensi

- Ermawati, R. (2011). Konversi Limbah Plastik sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Riset Industri*, 257-263.
- Pasae, Y., Bulu, L., Lande, C., & Allo, E. L. (2020). Pirolisis Sampah Plastik Polipropilena : Tinjauan Pengaruh Suhu Pada Reaktor Pirolisis Kapasitas 1kg/Batch. *DynamicSainT*, 939-944.
- Rafli, R., Fajri, H. B., Jamaludhin, A., Azizi, M., Riswanto, H., & Syamsiro, M. (2017). Penerapan Teknologi Pirolisis Untuk Konversi Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak di Kabupaten Bantul. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal*, 1-5.
- Surono, U. B., & Ismanto. (2016). Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal*, 32-37.
- Syamsiro, M., & Ika, S. R. (2019). Penerapan Teknologi Pirolisis untuk Penanganan Sampah di Bumdes Panggung Lestari Kabupaten Bantul. *Seminar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat (SENIAS)* (pp. 30-34). Pamekasan: Universitas Islam Madura.
- Wardhana, P. B., & Saptoadi, H. (2016). Konversi Limbah Plastik Polietilen menjadi Bahan Bakar dengan Metode Pirolisis. *DISPROTEK*, 1-4.
- Wardhana, P. B., Finali, A., & Hanafi, A. F. (2020). Pengembangan Reaktor Pirolisis Termal Limbah Plastik Skala Laboratorium. *Jurnal Teknik Mesin - Elemen*, 39-44.