

PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI BBM DENGAN METODE MESIN FAST PIROLISIS DI BANK SAMPAH MANDIRI KELUARGA HARAPAN WILAYAH BOJONEGORO

Bintang Aji Tamadinata¹, Oktavianus Cahya Anggara²

^{1,2}Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Bojonegoro, ajik.arpac@gmail.com

ABSTRAK

Permasalahan sampah plastik merupakan isu lingkungan yang terus meningkat seiring dengan tingginya konsumsi plastik sekali pakai. Salah satu alternatif pengolahan yang berpotensi mengurangi dampak pencemaran sekaligus menghasilkan energi adalah teknologi pirolisis. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak (BBM) menggunakan mesin fast pirolisis di Bank Sampah Mandiri Keluarga Harapan, Kabupaten Bojonegoro. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kualitatif melalui metode partisipatif, observasi lapangan, studi pustaka, dan dokumentasi. Proses fast pirolisis dilakukan pada suhu hingga 500°C dalam kondisi minim oksigen dengan waktu operasi sekitar 7–8 jam per siklus produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 30 kg sampah plastik, terutama jenis polypropylene (PP) dan polyethylene (PE), dapat dihasilkan sekitar 4–5 liter bahan bakar setara bensin dan ±10 liter bahan bakar setara solar. Produk BBM yang dihasilkan kemudian melalui proses treatment menggunakan bentonit dan bahan aditif untuk meningkatkan kualitas, menurunkan kandungan zat pengotor, serta memperbaiki bau dan warna. Teknologi fast pirolisis terbukti mampu mengurangi volume sampah plastik secara signifikan serta menghasilkan bahan bakar cair dengan potensi pemanfaatan sebagai energi alternatif. Dengan pengelolaan yang tepat, teknologi ini dapat menjadi solusi efektif dan berkelanjutan dalam pengolahan limbah plastik berbasis masyarakat.

Kata kunci : *pirolisis cepat, sampah plastik, bahan bakar minyak, fast pirolisis, energi alternatif*

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

1 PENDAHULUAN

Proses pirolisis adalah teknik pembakaran sampah atau limbah plastik tanpa oksigen yang dilakukan pada suhu 800 °C – 1.000 °C. Pirolisis dapat dikatakan sebagai pengolah limbah ramah lingkungan karena hasil akhirnya CO₂ dan H₂O. Polyethylene membentuk senyawa hidrokarbon cair dan senyawa rantai panjang (parafin, oliiefinf). Struktur kimia yang dimiliki senyawa hidrokarbin cair kemungkinan diolah untuk bahan bakar BBM karena senyawa hidrokarbon cair hasil pemanasannya hampir sama dengan hidrokarbon dalam minyak mentah (Farida et al., 2024).

Secara kimia, plastik yang paling ideal digunakan sebagai bahan baku dalam proses pirolisis adalah polypropylene (PP) dan polyethylene (PE), baik high-density polyethylene (HDPE) maupun low-density polyethylene (LDPE) (Aji et al., 2024). Menurut Hidayat dan Siregar (2022), plastik jenis polypropylene (PP) menghasilkan minyak

pirolisis dengan karakteristik warna jernih, densitas 0.78–0.82 g/cm³, dan nilai kalor setara solar komersial (43.5 MJ/kg). Reaktor dioperasikan pada suhu optimal 400–450°C untuk memperoleh rendemen cair sekitar 65–70%. Penelitian oleh Damayanti dan Sudarti (2023), menunjukkan bahwa PP memiliki sifat kimia mirip PE namun lebih kuat secara mekanik dan menghasilkan minyak pirolisis dengan viskositas lebih rendah, sehingga cocok untuk dikonversi menjadi bahan bakar cair. Mereka menyimpulkan bahwa PP dan HDPE memberikan hasil terbaik dibandingkan PVC atau PET karena tidak menghasilkan residu beracun dan yield cair lebih tinggi (>70%).

Selain itu, Mardika (2018) menegaskan bahwa polypropylene merupakan plastik terbaik untuk pirolisis karena titik lelehnya ($\pm 165^{\circ}\text{C}$) dan kestabilan termalnya memungkinkan pemutusan ikatan rantai polimer lebih efisien. Proses 2 jam pirolisis PP menghasilkan konversi 72% minyak cair dan 8% gas, jauh lebih tinggi dibandingkan LDPE atau PET. Penelitian lain oleh Erawati dan Huda (2023) menunjukkan hasil yang konsisten: campuran PP dan HDPE memberikan hasil bahan bakar cair paling tinggi dengan rendemen 67–70% dan viskositas mendekati bensin, dibandingkan jenis lain seperti PET atau PVC yang hanya menghasilkan 30–40%. Lebih lanjut, Firdausy et al. (2023) meneliti perbandingan empat jenis plastik (PP, HDPE, PET, LDPE) dan menyimpulkan bahwa PP dan HDPE paling efisien karena struktur rantai karbonnya lebih sederhana dan mudah diuraikan menjadi hidrokarbon volatil.

Pengolahan sampah plastik dengan proses pirolisis mengkonversi sampah plastik menjadi bahan petrokimia dasar yang dapat digunakan menjadi bahan baku hidrokarbon atau bahan bakar. Proses pirolisis digunakan untuk mengkonversi limbah plastik menjadi suatu produk telah dilakukan pada suhu rendah sampai suhu tinggi, 250 oC sampai 1.400 oC, 500 oC sampai 2.500 oC dan 3.000 oC sampai 550 oC dilakukan oleh Ademiluyi and Adebayo (2007). Teknologi pirolisis dengan memanaskan plastik High Density Polyethylene (HDPE) pada suhu 4.200 oC sampai 4.400 oC tanpa adanya oksigen telah dilakukan oleh (Lubis et al., 2022). Penelitian dalam mengolah limbah plastik telah dibuktikan oleh (Batutah, 2024) dalam jurnal penelitiannya American Chemical Society. Pada penelitian itu memanaskan plastik polyethylene menggunakan metode pirolisis. Upaya pengolahan sampah plastik menjadi BBM yang dilakukan melalui mesin fast pirolisis. Diharapkan Bank Sampah Mandiri Keluarga Harapan menerapkan pengolahan sampah plastik dengan melalui proses produksi yang efektif dan efisien sehingga mampu meminimalisir limbah yang dibuang lagi.

2 METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan yaitu dengan metode partisipasi, observasi (pengamatan di lapangan), dan studi pustaka. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan tujuan untuk memahami secara mendalam proses pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak (BBM) menggunakan mesin fast pirolisis di Bank Sampah Mandiri Keluarga Harapan, Kabupaten Bojonegoro. Metode partisipatif dilakukan dengan cara peneliti terlibat secara langsung dalam seluruh rangkaian proses pengolahan sampah plastik, mulai dari pemilahan bahan baku plastik, pengoperasian mesin fast pirolisis, hingga proses treatment hasil BBM.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Mesin Fast Pirolisis

Fast pirolisis (pirolisis cepat) merupakan proses termokimia yang mengubah bahan plastik menjadi bahan bakar cair melalui pemanasan cepat pada suhu tinggi (450–550°C) dalam kondisi tanpa oksigen. Reaksi berlangsung dalam waktu singkat (umumnya kurang dari 2 detik untuk tahap volatilization), kemudian gas hasil dekomposisi langsung didinginkan secara cepat menjadi cairan hidrokarbon. Berbeda dengan slow pirolisis yang memiliki waktu pemanasan lambat (5–10°C/menit) dan waktu proses 6–10 jam, fast pirolisis memiliki laju pemanasan hingga 200°C/menit dengan total waktu operasi lebih singkat (sekitar 6–8 jam untuk satu siklus produksi).

Menurut (Wajdi & Sapiruddin, 2020) proses fast pirolisis menghasilkan rendemen minyak cair hingga 70–75%, jauh lebih tinggi dibanding slow pirolisis (30–40%). Teknologi ini juga meminimalkan pembentukan arang padat dan meningkatkan efisiensi energi hingga 25%. Mesin pirolisis di Bank Sampah Mandiri Keluarga Harapan Bojonegoro termasuk kategori fast pirolisis karena menggunakan sistem pemanasan cepat dan kontrol suhu otomatis.

3.2. Peralatan dan Fungsi di Mesin Fast Pirolisis

Dalam sebuah mesin *Fast pirolisis* ada beberapa peralatan dan beserta Fungsi-Fungsinya antara lain adalah:

- Kayu api berfungsi untuk menyalakan api dan memasak sampah plastik menjadi BBM. Pembakaran ini dibawah tabung plastik yang berwarna merah.
- Blower atau kipas angin digunakan untuk mengolah sampah menjadi BBM agar dapat menstabilkan besar kecilnya api dibawah tabung plastik.
- Tabung yang berwarna kuning dalam mesin *Fast pirolisis* berfungsi untuk mengeluarkan bahan bakar setara dengan solar.
- Tabung berwarna Hijau dalam mesin *Fast pirolisis* berfungsi untuk mengeluarkan bahan bakar setara dengan bensin.
- Tabung Reaktor ini diatas pembakaran kayu api yang bertujuan tempat proses memasak sampah plastik dengan suhu yang tinggi mencapai 500°C tanpa oksigen. Untuk mengisi tungku tabung plastik dengan sampah plastik maksimal sebanyak 50 kg sesuai ukuran tabung plastik dan dimasak selama 7-8 jam oprasional,
- Kondensor atau pendingin dalam mesin *Fast pirolisis* ini berasal dari air yang bertujuan untuk mendinginkan dan mencairkan uap yang dihasilkan dari proses mesin *Fast pirolisis*
- Termometer Reaktor ini berada diatas tabung plastik berwarna merah yang bertujuan untuk mendeteksi pemanasan yang terjadi didalam tabung plastik warna merah agar tidak juga terjadi overheat atau pemanasan yang terlalu tinggi. Jika terjadi overheat akan mengeluarkan asap yang berlebihan dan juga tidak baik untuk kualitas bahan bakar yang dikeluarkan dikarenakan pemanasan dalam tabung yang tidak stabil. Untuk mendapatkan suhu yang stabil harus slalu tetap menjaga kayu api dan blower agar tidak kebesaran atau kekecilan sat api menyala.

- Indikator Suhu ini berukuran kecil dibawah tabung kuning dan hijau yang bertujuan untuk mendeteksi suhu pemanasan yang terjadi didalam tabung kuning dan hijau jika pemanasan meningkat pasti akan diimbangi meningkatnya suhu pendingin atau kondensor agar tidak terjadi overheat yang dapat menyebabkan beberapa komponen mesin menjadi rusak atau mati yang dapat mengakibatkan mesin berhenti berfungsi sepenuhnya.

3.3. Proses dan Treatnen BBM

1. Proses

Masukan sampah plastik minimal dengan berat 30 kg dan dimasak selama kurang lebih 7 jam. Sampah plastik putih/ bening lebih cepat dimasak dan hasil dari kualitas lebih jernih dan bagus dari pada sampah plastik campuran yang tidak dipilah, dan untuk kandungan airnya lebih sedikit sampah yang sudah dikeringkan dari pada yang belum dipilah (masih tercampur dan tekstur basah). Limit panas memasak ada di suhu 300°C. Jika panas melebihi 300 °C harus menurunkan api yang dibakar agar panasnya tidak over. Untuk hasil 30kg sampah plastik akan menjadi 4-5 L bensin dan menjadi 10 L solar.



Gambar 1. Memasukan plastic ke dalam tabung reaktor

2. Treatmen Solar

Proses awal treatmen setara solar untuk kapasitas 20 L memerlukan serbuk bentonit 2 sdm sambil oksidasi dengan cara memakai alat air rator untuk mengaduk selama 30 menit. Setelah itu, diendapkan selama 1jam lalu setelah diendapkan ditiriskan untuk memisahkan recidu awal. Lanjut treatmen ke-2 dengan cara memakai bahan adiktif cair untuk kapasitas 20 L memerlukan 200 Mg adiktif cair lalu diaduk air rator 30menit. Setelah itu, diendapkan selama 1jam lalu ditiriskan untuk memisahkan kandungan klorin zat asam, timbal, dan surhur. Lanjut treatmen ke-3 dengan cara mencampur serbuk bentonit kapasitas 20 L:2 sdm (bertujuan mendegradasikan kandungan asam,klorin, timbal, suhur, dan bau). Setelah itu, diendapkan selama 10 jam (paling cepat) dan paling lama sampai 24 jam. Setelah itu, disaring dengan kain nilon 1800 (khusus untuk minyak) dan solar siap digunakan.



Gambar 2. Proses treatmen solar

3. Treatment Bensin

Mencampur serbuk bentonit dengan kapasitas 20 L:2 sdm dan setelah itu diendapkan dahulu selama 24 jam. Setelah diendapkan selama 24 jam bensin tersebut disaring menggunakan kain nilon 1800 (khusus untuk minyak) dan bensin siap digunakan.



Gambar 3. Proses Treatment Bensin

4 KESIMPULAN

Proses pengolahan sampah plastik menjadi BBM dengan metode mesin fast pirolisis merupakan teknologi termal yang efisien dan ramah lingkungan. Metode ini memanfaatkan suhu tinggi dalam kondisi minim oksigen untuk mengurangi molekul plastik menjadi senyawa hidrokarbon yang dapat dimanfaatkan sebagai BBM, seperti minyak pirolisis, gas, dan residu padat.

Kelebihan metode fast pirolisis adalah waktu reaksi yang singkat dan hasil produk cair yang lebih tinggi dibandingkan metode fast pirolisis lambat. Dengan penggunaan mesin khusus, proses ini dapat dilakukan secara terkontrol dan berkelanjutan, serta mampu mengurangi volume sampah plastik yang mencemari lingkungan. Secara keseluruhan, teknologi ini menawarkan Solusi alternatif untuk pengolahan limbah plastik sekaligus menghasilkan energi terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aji, R. B., Rawandi, A., Alhaq, I. H., Yasa, T., Maylani, M., & Hardiah. (2024). SOLUSI PERMASALAHAN SAMPAH MELALUI BANK SAMPAH DAN INOVASI ALAT PIROLISIS DI DESA MEKARSARI. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 32–38. <https://doi.org/10.70476/jpkmunisa.v2i2.6> SOLUSI
- [2] Batutah, M. A. (2024). REDESAIN ALAT PIROLISIS PENGUBAH SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR CAIR. *Rekayasa Energi Dan Manufaktur*.
- [3] Farida, N., Ikhsanudin, M. A., Safrudin, R., Choeriyah, I., Walidaen, I. R., Fatimah, N. Z., Faizin, Z. N., Azzafira, F., Saroh, A., Muda, V., Rizqi, K., Rizki, N. I., Prawati, A., Ayu, N., Wahyuni, L., & Yusuf, L. M. (2024). Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Dengan Proses Pirolisasi BSB Di Desa Kasilib Wanadadi Banjarnegara. *Publikasi Hasil Pengabdian Dan Kegiatan Masyarakat*, 2(2), 22–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.61132/aspirasi.v2i2.418>
- [4] Lubis, D. A., Arifin1, Y. F., Pramadita, S., & Asbanu, G. C. (2022). Pengolahan Sampah Plastik HDPE (High Density Polyethylene) dan PET (Polyethylene Terephthalate) Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Pirolisis. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.
- [5] Wajdi, B., & Sapiuddin, S. (2020). Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM) Dengan Metode Pirolisis Sebagai Energi Alternatif. *Kappa Journal Program Studi Pendidikan Fisika*.