



Pemanfaatan Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak

Fahri Husaini¹, Abdullah Syafri², Rizky Setyawan³ Khairul Akmal Rambe⁴, Muhammad Rafly Akbar⁵, Bima Aditya Ramadhan⁶

¹⁻⁵ Universitas Al Azhar Medan, Indonesia

Email : *fahrihusainitarigan@gmail.com , abdullahsyafri71@gmail.com , rizkysunurat3001@gmail.com , Ka7185556@gmail.com , araffli066@gmail.com , adityabima833@gmail.com

ABSTRACT : *Plastic waste is a type of inorganic waste that takes around 50-80 million years to decompose in the soil. Plastic waste contributes to 90% of the waste in the ocean, causing damage to coastal ecosystems and having implications for the degradation of coastal ecosystems. To overcome this, the Mayor of Bontang has prepared a legal product that regulates the use of plastic waste and one of the efforts the author has made to tackle plastic waste in Bontang City is to create a tool that can convert plastic waste into fuel oil. The aim of this research is to determine the process of utilizing plastic waste into fuel oil and to determine the volume of fuel oil produced from processing plastic waste. This research is experimental research using the pyrolysis method. The trial results of processing plastic waste into fuel oil show that: the technology that is practically used is using the slow pyrolysis method with simple tools, the use of plastic waste into fuel oil is very effective to implement. Meanwhile, the volume of fuel oil for 1.4 kg is 350 ml at a temperature of 225°C with a residence time of 4 hours. However, if the temperature is increased to 400-600°C, it is likely that the oil produced will increase.*

Keywords: *plastic, oil, Waste Utilization*

ABSTRAK : Limbah plastik adalah jenis limbah anorganik yang membutuhkan waktu sekitar 50-80 juta tahun untuk dapat terurai dalam tanah. Limbah plastik menyumbang 90% sampah yang terdapat di lautan, sehingga menyebabkan kerusakan ekosistem pantai dan berimplikasi pada degradasi ekosistem wilayah pesisir. Untuk mengatasi hal tersebut, Walikota Bontang telah menyiapkan produk hukum yang mengatur penggunaan limbah plastik dan salah satu upaya yang penulis lakukan untuk menanggulangi sampah plastik di Kota Bontang adalah menciptakan alat yang dapat mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pemanfaatan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak dan untuk mengetahui volume bahan bakar minyak yang dihasilkan dari pengolahan limbah plastik. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan metode pirolisis. Hasil uji coba pengolahan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak menunjukkan bahwa: teknologi yang praktis digunakan adalah menggunakan metode pirolisis lambat dengan alat yang sederhana, pemanfaatan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak sangat efektif untuk diterapkan. Sedangkan volume bahan bakar minyak untuk 1,4 kg adalah 350 ml pada suhu 225°C dengan waktu tinggal 4 jam. Namun jika suhu dinaikkan hingga 400-600°C maka kemungkinan besar minyak yang dihasilkan akan bertambah.

Kata kunci: plastik, minyak, Pemanfaatan Limbah

1. PENDAHULUAN

Limbah plastik merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang semakin mendesak untuk diatasi seiring dengan meningkatnya produksi dan konsumsi plastik di seluruh dunia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), volume sampah plastik terus menunjukkan peningkatan, sementara sebagian besar limbah plastik sulit terurai di alam dan memerlukan waktu ratusan tahun untuk terdegradasi. Hal ini menyebabkan penumpukan sampah plastik yang berkontribusi besar terhadap pencemaran lingkungan, terutama di lautan, sungai, dan tempat pembuangan akhir sampah. Dampak negatif limbah plastik tidak hanya mencemari lingkungan, tetapi juga mengancam kesehatan manusia dan keberlanjutan ekosistem. Namun, di tengah permasalahan tersebut, limbah plastik yang biasanya dibuang

secara sembarangan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Salah satu teknologi yang menjanjikan dalam pemanfaatan limbah plastik adalah konversi plastik menjadi bahan bakar minyak melalui proses pirolisis. Proses ini tidak hanya mengurangi jumlah limbah plastik, tetapi juga menghasilkan bahan bakar yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil, yang semakin langka dan mahal. Penelitian mengenai pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan bakar minyak semakin berkembang, mengingat potensi ekonomi dan ekologis yang ditawarkannya. Dengan teknologi pirolisis, limbah plastik dapat diubah menjadi produk minyak yang memiliki nilai jual tinggi dan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan pembakaran langsung yang menghasilkan polusi udara. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji lebih lanjut proses konversi limbah plastik menjadi bahan bakar minyak, serta mengevaluasi keuntungan dan tantangan yang terkait dengan penerapannya di skala industri. Dengan memanfaatkan limbah plastik sebagai sumber energi, diharapkan dapat memberikan solusi inovatif untuk mengurangi dampak buruk dari pencemaran plastik sekaligus menciptakan alternatif energi yang berkelanjutan. Penelitian ini akan mengulas berbagai aspek terkait pemanfaatan limbah plastik, termasuk teknologi yang digunakan, potensi hasil produk, dan dampak lingkungan yang ditimbulkan.

2. KAJIAN PUSTAKA

Plastik

Plastik, salah satu produk turunan minyak bumi, memiliki kandungan energi tinggi seperti bahan bakar umum seperti bensin, solar, dan minyak tanah (Mochamad Syamsiro, 2015:1). Nafta, produk turunan minyak bumi yang dihasilkan melalui proses penyulingan, digunakan untuk membuat plastik. Plastik adalah sumber banyak material yang digunakan masyarakat karena sifat kimianya yang kuat. Beberapa tipe plastik yang umumnya digunakan sebagai bahan baku meliputi PolyEthylene Terephthalate (PET), High Density PolyEthylene (HDPE), Polyvinyl Chloride (PVC), Low Density PolyEthylene (LDPE), Poly Propylene (PP), serta Poly Styrene (PS).

Tabel 1, Jenis Plastik, Kode, Titik Leleh,

| Jenis Plastik | Kode | Titik Leleh (°C) | Beberapa penggunaan plastik |
|-------------------------------------|---|------------------|---|
| PET (polyethylene terephthalate) |  | 250 | Botol minuman ringan dan air mineral, bahan pengisi kantong tidur dan serat tekstil |
| HDPE (high density polyethylene) |  | 200-250 | Kantong belanja, kantong freezer, botol susu dan krim, botol sampo dan pembersih |

| | | | |
|--|---|---------|---|
| PVC (<i>polyvinyl chloride</i>) |  | 160-180 | Botol juice, kotak pupuk, pipa saluran |
| LDPE (<i>low density polyethylene</i>) |  | 160-240 | Kotak <i>ice cream</i> , kantong sampah, lembar plastik hitam |
| PP (<i>polypropylene</i> atau <i>polypropylene</i>) |  | 200-300 | Kotak <i>ice cream</i> , kantong kentang goreng, sedotan, kotak makanan, minuman gelas plastik atau cup plastik |
| PS (<i>polystyrene</i>) |  | 180-260 | Kotak yoghurt, plastik meja, cangkir minuman panas, wadah makanan siap saji, baki kemasan |
| OTHER |  | 180-310 | Botol minum olahraga, <i>acrylic</i> dan <i>nylon</i> |

Plastik dibedakan menjadi sampah industri dan rumah tangga berdasarkan jenisnya. Industri yang bergerak di bidang pemrosesan dan pembuatan plastik adalah sumber sampah plastik industri. Plastik rumah tangga berasal dari aktivitas sehari-hari manusia, seperti kemasan, tempat makanan, dan minuman (Syamsiro et al., 2013)

Pirolisis

Pirolisis adalah proses degradasi termal polimer (misalnya plastik) atau material organik (misalnya biomassa) dengan pemanasan tanpa menggunakan oksigen. Secara umum, proses ini terjadi pada suhu antara 300 dan 800 derajat Celcius (Aguado, 2007:1). Plastik akan meleleh pada suhu ini dan kemudian berubah menjadi gas. Rantai hidrokarbon panjang akan menjadi rantai pendek selama proses ini. Selanjutnya, gas tersebut didinginkan, menghasilkan kondensasi dan pembentukan cairan. Bahan bakar dibuat dari cairan ini. Ini dapat berupa bensin atau bahan bakar diesel (Mochamad Syamsiro, 2015:1).

Sampah rumah tangga seperti kertas, plastik, dan tekstil dapat diolah dengan metode pirolisis. Proses pirolisis menghasilkan cairan yang mengandung campuran kompleks senyawa organik, seperti stirena, etil-benzena, dan toluena, serta residu atau padatan yang mengandung bahan organik yang terkandung dalam bahan baku. Selain itu, pirolisis menghasilkan gas yang memiliki nilai kalor tinggi yang terdiri dari CO, CO₂, dan hidrokarbon (Qonita Rachmawati dan Welly Herumurti, 2015:1).

Asap cair

Asap cair adalah senyawa kimia yang terbentuk ketika biomassa terhidrolisis dan terkondensasi dalam cairan (Ketut Budaraga, 2019:1). Tempurung kelapa, kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu, dan biomassa lainnya adalah bahan baku yang banyak digunakan untuk membuat asap cair. Asap cair juga dapat merujuk pada asap yang

keluar dari bahan biomass yang dibakar dalam tabung tertutup. Asap cair adalah asap yang awalnya merupakan partikel padat dan kemudian menjadi cair (Sugeng Slamet, 2015).

Komponen utama asap cair, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin, memiliki proporsi yang berbeda, tergantung pada jenis bahan yang akan di pirolisis (Komarayati, 2018). Selain itu, asap cair mengandung senyawa yang berbahaya, seperti tar dan senyawa benzopiren. Senyawa-senyawa ini bersifat toksik dan karsinogenik dan dapat menyebabkan kerusakan asam amino esensial yang terdapat dalam protein dan vitamin. Adanya bahan kimia di dalam asap cair yang memiliki kemampuan untuk bereaksi dengan bahan makanan. Redistilasi, proses pemisahan kembali suatu larutan berdasarkan titik didihnya, dapat digunakan untuk memisahkan bahan berbahaya di dalam asap cair (Mamik Sarwendah, 2019:23).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka (library research), yang bertujuan untuk mengkaji, menganalisis, dan mensintesis berbagai literatur ilmiah terkait Pemanfaatan Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak ini bertujuan untuk menganalisis prosedur konversi limbah plastik menjadi bahan bakar minyak melalui metode pirolisis. Proses ini dipilih karena dapat membantu dalam mengurangi dampak negatif limbah plastik terhadap lingkungan serta menghasilkan sumber energi alternatif. Penelitian ini juga memiliki tujuan untuk mengetahui efisiensi, kualitas bahan bakar yang dihasilkan, dan dampak lingkungan dari proses tersebut. Penelitian ini adalah sebuah penelitian eksperimen yang berorientasi pada kuantitatif, dengan menggunakan pendekatan laboratorium untuk melakukan uji terhadap konversi limbah plastik menjadi bahan bakar minyak melalui proses pirolisis. Penelitian ini dilaksanakan dengan pengujian variabel-variabel tertentu yang berperan dalam mempengaruhi hasil pirolisis, seperti jenis plastik, suhu pirolisis, dan waktu reaksi. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan metode pirolisis.

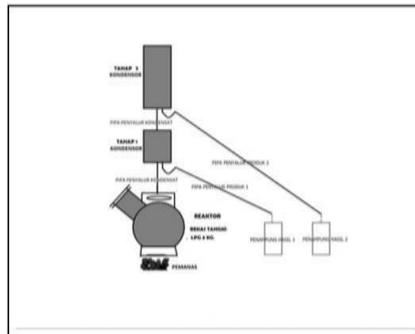
Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini berupa:

1. Bahan plastik yang digunakan dalam penelitian ini adalah plastik jenis polypropylene (PP). Gelas plastik ini berasal dari pengepul dan digunakan sebagai kemasan air minum dalam kemasan (AMDK).
2. Minyak tanah dan solar yang digunakan sebagai bahan bakar pembanding diperoleh dari Stasiun Pompa Bensin Umum (SPBU) Pertamina sehingga spesifikasi bahan bakar yang diperoleh sesuai standar Pertamina.
3. 1 set reaktor pirolisis

4. Air sebagai pendingin
5. Timbangan digital
6. Stopwatch
7. Gelas ukur
8. Termometer
9. Pipet
10. Tungku pembakaran
11. Cawan

Rangkaian alat pirolisis yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Gambar



GAMBAR.1 Rangkaian Alat Pirolisis Plastik

(Sumber : Jatmiko Wahyudi, 2018)

Prosedur Eksperimen

Gelas plastik (PP) sebanyak 200 gram yang telah kering dimasukkan ke dalam alat pirolisis yang memiliki sistem pendingin dan penampung destilat. Proses pirolisis mengubah fase padat plastik (PP) menjadi fase cair (minyak). Gambar 1. Ilustrasi Sederhana Proses Pirolisis

Plastik PP paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena sifat mekanisnya yang baik dengan massa jenis yang rendah, ketahanan panas dan kelembaban, dan kestabilan dimensi yang baik. Ini karena minyak bakar yang dihasilkan dari pirolisis PP memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan PVC dan PET (Thorat dkk, 2013).

Proses perubahan fase dari padat menjadi cair terjadi dalam dua tahap. Pertama, gelas plastik (padat) dipanaskan oleh kompor LPG untuk mengubah fasenya menjadi gas. Kemudian, gas yang terbentuk pada tahap pertama dikondensasikan untuk menghasilkan destilat minyak (cair)

Analisis

Setiap sampel diambil dengan gelas ukur 5 mililiter dan ditimbang untuk mengetahui massanya untuk analisis massa jenis minyak hasil pirolisis, minyak tanah, dan minyak solar. Persamaan (1) digunakan untuk menghitung massa jenis sampel.

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (1)$$

dimana ρ adalah massa jenis, m adalah massa sampel dan V adalah volume sampel.

Analisis unjuk kerja minyak hasil pirolisis, minyak tanah, dan minyak surya dilakukan dengan memeriksa lama pembakaran sampel bahan bakar, unjuk kerja sampel dalam menaikkan suhu air, atau memanaskan, dan ukuran volume air yang tersisa setelah dipanaskan.

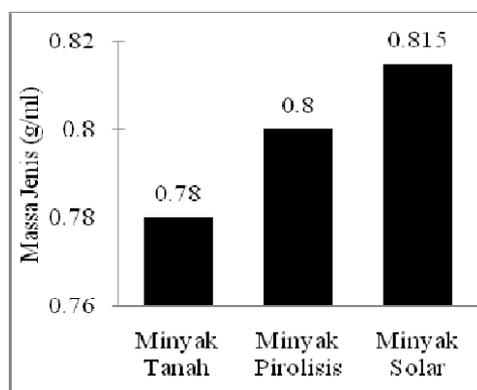
Mengambil lima mililiter sampel bahan bakar dimasukkan ke tiga tungku pembakaran yang berbeda untuk melakukan analisis lama pembakaran. Waktu yang dibutuhkan oleh masing-masing sampel bahan bakar untuk membakar material sampai habis dihitung dan dianalisis. Selain itu, unjuk kerja sampel bahan bakar dalam memanaskan air dipelajari dengan menggunakan mereka sebagai bahan bakar untuk memanaskan lima belas mililiter air.

Mengambil lima mililiter masing-masing sampel bahan bakar yang dimasukkan ke tiga tungku pembakaran yang berbeda digunakan untuk melakukan analisis lama pembakaran. Waktu yang dibutuhkan untuk membakar material sampai habis akan dihitung dan dianalisis. Menggunakan masing-masing sampel sebagai bahan bakar untuk memanaskan 15 mililiter air selama empat menit, unjuk kerja sampel bahan bakar dalam memanaskan air dipelajari. Tingkat air yang dipanaskan dengan tiga sampel bahan bakar diukur dan dianalisis. Untuk melakukan analisis unjuk kerja sampel bahan bakar saat menguapkan air, 15 mililiter air dipanaskan selama empat menit. Setelah pemanasan selesai, volume air yang tersisa diukur dan dievaluasi dengan tiga sampel bahan bakar yang berbeda.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Massa Jenis

Hasil penghitungan massa jenis minyak pirolisis plastik, minyak tanah & minyak solar disajikan pada Gambar 2.



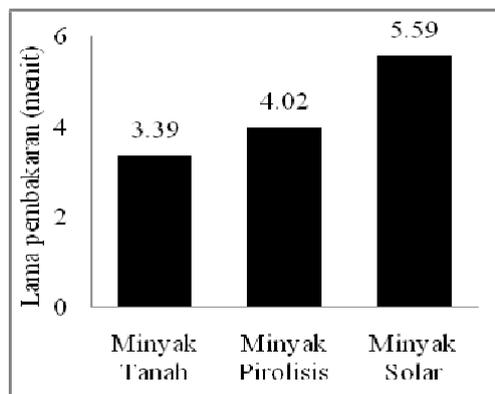
Gambar 2. Grafik Massa Jenis Minyak
Sumber: Data diolah (2013)

Gambar 2 menunjukkan bahwa massa jenis minyak yang dihasilkan dari pemanasan plastik jenis PP sebesar 0,8 g/ml lebih rendah dari massa jenis minyak surya, tetapi lebih tinggi dari massa jenis minyak tanah. Spesifikasi standar untuk minyak surya dan tanah adalah 0,815 hingga 0,87 gram per mililiter, dan untuk minyak tanah adalah 0,79 hingga 0,83 gram per mililiter.

Setiap volume suatu benda sebanding dengan massa jenisnya. Dibandingkan dengan ketiga jenis minyak yang diteliti, minyak solar memiliki massa setiap volume yang paling besar, sedangkan minyak tanah memiliki massa setiap volume yang paling rendah. Karena minyak solar dibuat melalui proses penyulingan bahan bakar mentah, ia masih memiliki banyak pengotor. Akibatnya, kualitasnya jauh di bawah minyak tanah dan minyak pirolisis.

Lama pembakaran

Lama pembakaran digunakan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan minyak untuk membakar habis suatu benda. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Lama Pembakaran Minyak

Sumber: Data diolah (2013)

Gambar 3 menunjukkan bahwa minyak surya memiliki titik nyala yang paling tinggi dibandingkan dengan kedua jenis minyak, yaitu 55°C (Kementerian ESDM, 2006), dan 47,8°C (Kahar, 2007). Akibatnya, minyak surya memiliki waktu pembakaran yang paling lama, yaitu 5,59 menit, dibandingkan dengan minyak tanah dan minyak pirolisis

sehingga sifat fisis ini sangat penting sekali sebagai syarat suatu zat dikatakan sebagai bahan bakar. Walaupun dalam penelitian ini tidak dihitung titik nyala minyak pirolisis, gambar 3 bisa mengartikan bahwa minyak pirolisis memiliki titik nyala yang lebih besar dari minyak tanah tapi lebih kecil dari minyak solar. Gambar 3 menunjukkan bahwa, meskipun titik nyala minyak pirolisis tidak dihitung dalam penelitian ini, minyak pirolisis memiliki titik nyala yang lebih kecil dari minyak solar meskipun titik nyala minyak tanah lebih tinggi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Masa jenis minyak pirolisis 0,8 g/ml, dan waktu pembakaran 4,02 menit. Air yang dimasak dengan bahan bakar minyak pirolisis menghasilkan suhu 75oC selama 4 menit, dengan volume air yang hilang (menguap) 12,6 ml.

Menurut parameter seperti massa jenis, lama pembakaran, suhu air, dan volume air yang hilang (menguap) saat dimasak, minyak pirolisis lebih baik daripada minyak tanah jika dibandingkan dengan minyak surya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, A., Tezuka, T., Spaargaren, G. (2012). Inorganic and hazardous solid waste management: Current status and challenges for Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 17, 640–647
- Asian Productivity Organization (AOP). (2007). *Solid Waste Management: Issues and Challenges in Asia*. Tokyo
- Das, S., Pandey, S. (2007). *Pyrolysis and Catalytic Cracking of Municipal Plastic Waste for Recovery of Gasoline Range Hydrocarbons*. Theses. National Institute of Technology Rourkela
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2006). Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 3675 K/24/DJM/2006 tentang *Standar dan Baku Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak*.
- Dhokhikah, Y., Trihadiningrum, Y., Sunaryo, S. (2015). Community participation in household solid waste reduction in Surabaya, Indonesia. *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 153-1
- Ermawati, R. (2011). Konversi Limbah Plastik Sebagai Sumber energi Alternatif. Balai Besar Kimia dan Kemasan. Kementerian Perindustrian. *Jurnal Riset Industri*, 5(3), 257-263
- Hamidi, N., Tebyanian, F., Massoudi, R., Whitesides, L. (2013). Pyrolysis of Household Plastic Wastes. *British Journal of Applied Science & Technology*, 3(3), 417-439
- Hartulistiyoso, E., Sigiroa, F., Yulianto, M. (2015). Temperature distribution of the plastics Pyrolysis process to produce fuel at 450°C. *Procedia Environmental Sciences*, 28, 234 – 241
- Hidayah, N, Syafrudin. (2018). A Review on Landfill Management in the Utilization of Plastic Waste as an Alternative Fuel. *Proceeding The 2nd International Conference on*

- Energy, Environmental and Information System (ICENIS 2017)*. Semarang: Universitas Diponegoro 15-16 Agustus 2017
- Kadir. (2012). Kajian Pemanfaatan Sampah Plastik Sebagai Sumber Bahan Bakar Cair. *Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(2), 223-228
- Kholidah, N., Faizal, M., Said, M. (2018). Polystyrene Plastic Waste Conversion into Liquid Fuel with Catalytic Cracking Process Using Al_2O_3 as Catalyst. *Science & Technology Indonesia*, 3, 1- 6
- Pareira, B. C. (2009). Daur Ulang Limbah Plastik. <http://www.erorecycle.vic.gov.au>
- Permana, T. J., Trihadiningrum, Y. (2010). Kajian Pengadaan dan Penerapan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) di TPA Km.14 Kota Palangka Raya. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XI*. Surabaya: Institut Sepuluh Nopember 6 Pebruari 2010
- Praputri, E., Mulyazmi, E., Sari, M., Martynis. (2016). Pengolahan Limbah Plastik Polypropylene Sebagai Bahan Bakar Minyak (BBM) dengan Proses Pyrolysis. *Seminar Nasional Teknik Kimia- Teknologi Oleo Petro Kimia Indonesia*. Pekanbaru
- Pratama, N. P., Saptoadi, H. (2014). Characteristics of Waste Plastics Pyrolytic Oil and Its Applications as Alternative Fuel on Four Cylinder Diesel Engines. *International Journal of Renewable Energy Development*, 3(1), 13-20
- Surono, U. B. (2013). Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik*, 3(1), 32-40
- Syamsiro, M., Saptoadi, H., Norsujianto, T., Noviasri, P., Cheng, S., Alimuddin, Z., Yoshikawaa, K. (2013). Fuel Oil Production from Municipal Plastic Wastes in Sequential Pyrolysis and Catalytic Reforming Reactors. *Energy Procedia*, 47, 180 – 188
- Thorat, P.V. Warulkara, S & Sathone, H. (2013). Thermofuel – “ Pyrolysis of waste plastic to produce Liquid Hydrocarbons”. *Advances in Polymer Science and Technology: An International Journal*, 3(1), 14-18
- Trihadiningrum, Y. Wigjosoebroto, S. Simatupang, N.D. & Damayanti, O. (2006). Reduction capacity of plastic component in municipal solid waste of Surabaya City, Indonesia. *Environmental Technology and Management Conference 2006*. Bandung, September 7-8, 2006.