

KARAKTERISASI SAMPAH PLASTIK PEMBUNGKUS TERSELEKSI UNTUK PROSES PIROLISIS

Maryudi^{1*}, Martomo Setyawan²

^{1,2}Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan
Kampus 3, Jl. Prof Supomo, Janturan, Warungboto, Yogyakarta 55164

*Email: maryudi@che.uad.ac.id

Abstract

The tremendous utilization of plastics leads to environmental problems due to lack of degradability of plastics. Explorations of methods to solve plastic waste problem has been explored widely. Incineration is simple way to handle plastic waste, but it is not environment friendly. Pyrolysis has been proposed to solve problem of plastic waste. Characteristics of plastic waste should be understood to determine the operating conditions of pyrolysis. This paper reports the study of characteristics of selected plastics waste from packaging utilization. Characterization of plastic waste comprises water content, ash content and degradation temperature or decomposition temperature. Water content test was conducted by using oven at the temperature of 110 °C for about 2 hours. Ash content test was performed in furnace at the temperature up to 1000 °C. Thermal stability or thermal decomposition test was conducted by using thermogravimetric analyzer Mettler at temperature up to 1000 °C. It was found that water content of plastics waste was 0.69 ± 0.11 %, while ash content was 2.36 ± 1.03 %. Thermal decomposition test has shown that plastic waste from packaging application decomposed at temperature of 300-500 °C. Based on the TG result, pyrolysis process should be conducted in the range of 300-500 °C.

Kata kunci: characteristics, packaging, plastic, pyrolysis, waste, decomposition

1. PENDAHULUAN

Plastik sudah menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia. Dalam kehidupan sehari-hari manusia sudah sangat tergantung dengan plastik. Peningkatan penjualan plastik yang terus-menerus menunjukkan bahwa produk plastik mampu memenuhi kebutuhan konsumen (Lokensgard, 2010). Tercatat konsumsi resin sebagai bahan dasar barang plastik di dunia mencapai lebih dari 250.000 ton pada tahun 2010 (PlasticsEurope, 2011). Dengan meningkatnya pemakaian plastik tentu akan meningkatkan jumlah sampah plastik. Kantong plastik atau plastik pembungkus mendominasi jumlah sampah plastik terutama sampah dari rumah tangga.

Permasalahan sampah plastik telah menjadi masalah dunia, tidak terkecuali Indonesia. Masalah penumpukan sampah plastik telah terjadi di mana-mana. Sampah kota mengandung sangat banyak komponen plastik. Tempat pembuangan akhir (TPA) juga dipenuhi oleh sampah plastik.

Plastik saat ini dilihat sebagai sebagai masalah lingkungan dan kesehatan yang serius di seluruh dunia, khususnya pemanfaatan sekali pakai seperti tas plastik untuk belanja dan kantong sampah. Peningkatan pemanfaatan plastik juga telah mengakibatkan perhatian pada peran plastik pada pencemaran lingkungan (Lokensgard, 2010). Karakter plastik yaitu sulit diuraikan, mengakibatkan pencemaran sungai, menumpuk di tanah, dan membahayakan kehidupan makhluk hidup (Andrady et al., 1993).

Berbagai usaha menekan pertumbuhan sampah plastik telah dilakukan diantaranya dengan manajemen *reduce-reuse-recycle*. Namun usaha itu tidak sepenuhnya berhasil. Masih banyak sampah plastik yang bertebaran di lingkungan. Hanya sebagian kecil dari sampah yang terambil dan masuk ke unit daur ulang. Sampah plastik dari jenis kantong dan pembungkus masih banyak yang terbuang ke lingkungan atau tempat pembuangan akhir. Daur ulang sampah plastik jenis kantong atau pembungkus lebih sulit. Selain faktor teknis pengumpulan, kualitas kantong plastik juga relatif rendah. Sampah kantong plastik yang terbuang ke lingkungan kebanyakan akan berakhir di proses pembakaran atau *incenerator*. Permasalahan sampah telah mendorong pengolahan dengan pirolisis.

Pirolisis adalah proses degradasi termal dari bahan tanpa adanya udara atau oksigen. Pirolisisplastik dapat mengatasi pembuangan sampah plastik dengan mengambil hidrokarbon yangbermanfaat. Pada proses pirolisis, bahan polimeratau plastik dipanaskan pada suhu tinggi, sehinggastruktur makromolekulernya akan terpecah menjadi molekul-molekul yang lebih kecil danhidrokarbon dengan rentang yang lebar terbentuk (Demirbas, 2004). Proses pirolisis melibatkanpemanasan pada suhu 400-700°C. Komponen organik akan terdekomposisi menghasilkan bahan cair (minyak) dan gas yang berguna untuk bahan bakar atau bahan kimia (Adrados et al., 2012).

Pirolisis dilakukan pada kondisi sesuai dengan sifat masing-masing bahan. Sebelum pirolisis dilakukan maka karakteristik atau sifat bahan plastik harus diketahui dengan jelas. Kajian terhadap karakteristik sampah plastik pembungkus terseleksi perlu dilakukan.

2. METODOLOGI

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan adalah sampah plastik pembungkus yang dipilih atau diseleksi, terutama dipilih plastik yang tidak mengandung aluminium foil. Bahan tersebut dibilas air untuk menghilangkan kotoran, kemudian dikeringkan dan dipotong kecil-kecil.

2.2. Alat

Alat yang dipakai adalah oven untuk pengujian kadar air, muffle furnace untuk pengujian kadar abu, dan *thermogravimetric analyzer* (TGA) Mettler untuk pengujian suhu dekomposisi.

2.3. Cara kerja

Kadar air: pengujian dilakukan dengan memanaskan 5 gram bahan dalam oven pada suhu 110 °C selama kurang lebih dua jam. Selama pemanasan bahan ditimbang secara berkala dan pemanasan akan dihentikan ketika berat bahan sudah tidak berubah atau konstan. Kadar air merupakan selisih berat awal dengan berat akhir dibagi dengan berat awal bahan.

Kadar abu: pengujian dilakukan di dalam *muffle furnace*. Lima gram bahan sampah plastik pembungkus diletakkan dalam cawan porselin dan dimasukkan ke dalam *furnace*. Suhu *furnace* diatur mencapai 1000 °C. Abu yang tersisa setelah proses pemanasan ditimbang. Kadar abu merupakan perbandingan berat abu dengan berat bahan sampah plastik sebelum dibakar dalam *furnace*.

Suhu dekomposisi: pengujian dilakukan dengan *thermogravimetric analyzer* (TGA) Mettler sampai suhu 1000°C, laju pemanasan 20 °C/menit dalam lingkungan gas nitrogen. Bahan yang digunakan hanya potongan kecil dengan berat beberapa miligram.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kadar Air

Pengujian kadar air memberikan hasil bahwa kadar air sampah plastik pembungkus sebesar $0,69 \pm 0,11$ %. Kadar air ini cukup rendah dan memebrikan pengaruh yang baik untuk pirolisis. Kadar air akan mempengaruhi hasil cair pirolisis. Kadar air yang tinggi akan memberikan kandungan yang tinggi juga dalam hasil cair pirolisis. Kandungan air dalam hasil pirolisis akan mengurangi atau menganggu kemampuan bahan untuk terbakar.

3.2 Kadar Abu

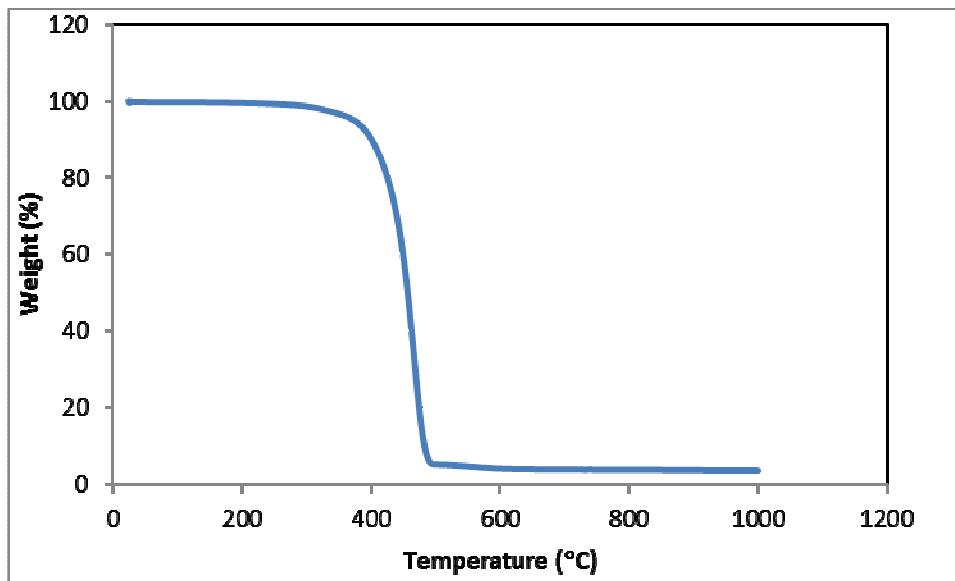
Pengujian kadar abu memberikan hasil sebesar $2,36 \pm 1,03$ %. Kadar abu menunjukkan jumlah bahan yang tertinggal setelah pemanasan sampai suhu 1000 °C dengan lingkungan udara. Kadar abu yang tinggi akan memberikan hasil residu yang tinggi dalam proses pirolisis. Hal ini akan memberikan yield hasil cair yang lebih kecil. Sebaliknya kadar abu yang rendah akan memberikan hasil pirolisis yang lebih besar.

3.3 Suhu dekomposisi

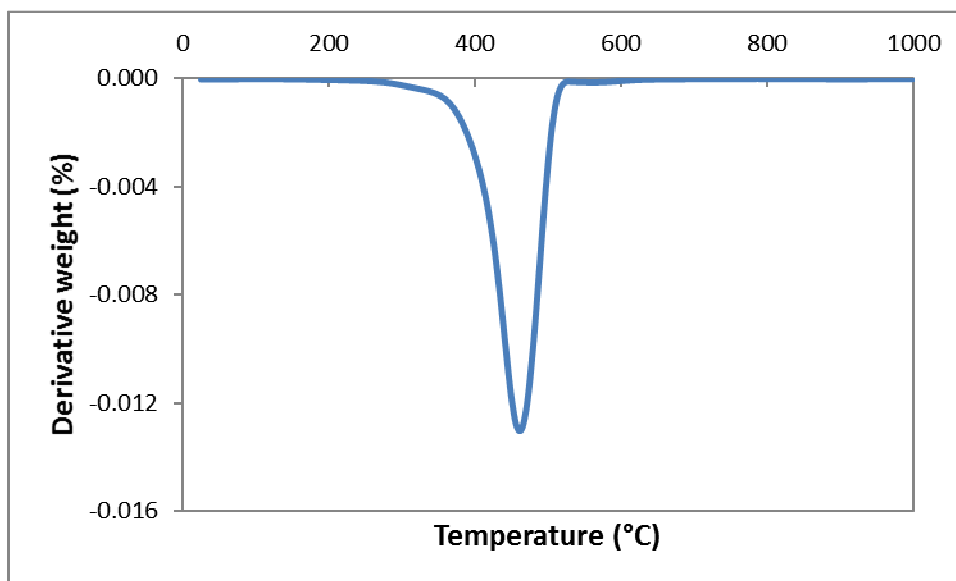
Pengujian suhu dekomposisi dilakukan dengan thermogravimetry yang menghasilkan kurva thermogravimetry (TG) dan derivative thermogravimetry (DTG) yang ditampilkan pada gambar 1 dan gambar 2. Data yang berkaitan dengan kurva disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Suhu dekomposisi sampah plastik pembungkus

Jenis bahan	Suhu dekomposisi, °C	Suhu Puncak, °C	Energi Aktivasi, kJ/mol
Sampah plastik pembungkus	300-500	461,67	112,62



Gambar 1. Kurva TG sampah plastik



Gambar 2. Kurva DTG sampah plastik

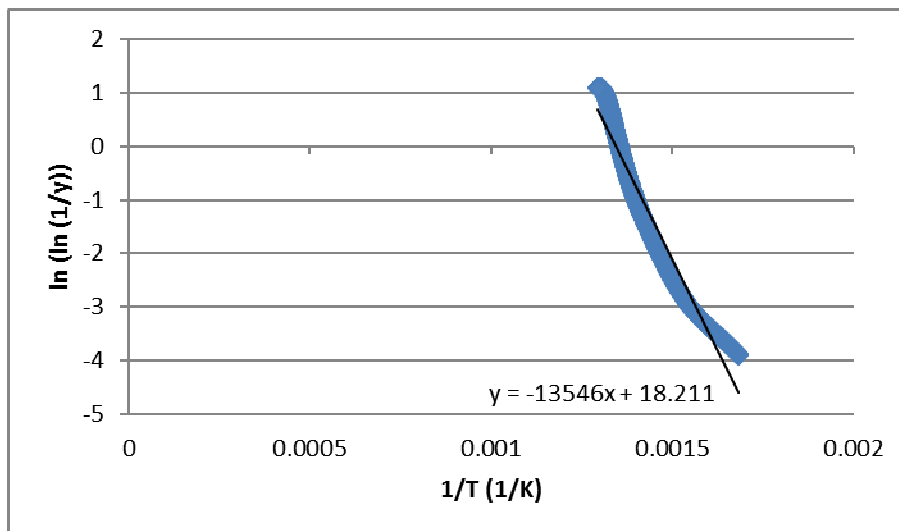
Gambar 1 menunjukkan bahwa sampah plastik pembungkus mengalami dekomposisi satu tahap yaitu dalam rentang suhu 300-500 °C. Suhu ini cukup baik karena tidak terlalu tinggi untuk dilakukan proses pirolisis. Kaminsky dkk (1995) melaporkan bahwa polistiren dapat terdekomposisi pada suhu 500-550°C. Sementara Lopez (2011) melakukan pirolisis sampah plastik pada suhu 500 °C.

Kurva TG juga menyatakan bahwa sampah plastik pembungkus mengandung bahan yang tidak terdekomposisi sampai akhir (residu) relative kecil (3,52%). Hasil dekomposisi plastik pembungkus akan lebih banyak dibandingkan dengan residu yang cukup kecil. Sementara itu, kurva DTG menunjukkan laju dekomposisi sampah plastik pembungkus mencapai puncaknya pada suhu 461,67°C.

Selain suhu dekomposisi, data TG juga memberikan informasi tentang energy aktivasi. Broido (1969) telah mengembangkan suatu persamaan untuk menentukan nilai energi aktivasi dekomposisi seperti tertulis dalam persamaan dibawah.

$$\ln\left(\ln\frac{1}{y}\right) = -\frac{E_a}{RT} + \ln\left(\frac{RZ}{E_a\beta}T_{max}^2\right)$$

Lambang y menyatakan fraksi non volatile yang belum terdekomposisi, E_a menyatakan energy aktivasi, T_{max} menyatakan suhu pada kecepatan reaksi maksimum dan Z merupakan factor frekuensi. Energi aktivasi ditentukan dari slope grafik.



Gambar 3. Perhitungan energi aktivasi dekomposisi untuk sampah plastik pembungkus

Gambar 3 menunjukkan hasil perhitungan nilai E_a . Slope dari kurva menyatakan nilai E_a/R . sampah plastik pembungkus memiliki energy aktivasi dekomposisi sebesar 112,62 kJ/mol. Energi aktivasi ini relative rendah dibandingkan dengan high density polyethylene (HDPE) yang biasa digunakan untuk proses cetak injeksi yang mencapai 332,72 kJ/mol (Maryudi et al., 2013). Sampah plastik pembungkus akan lebih efektif untuk diolah dengan pirolisis.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Sampah kantong plastic memiliki suhu dekomposisi tunggal

2. Sampah plastik pembungkus cukup baik untuk dipirolisis.
3. Suhu pirolisis sampah plastik pembungkus pada rentang 300-500 °C, sesuai dengan suhu dekomposisi sampah plastik pembungkus.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrados, A., de Marco, I., Caballero, B.M., Lopez, A., Laresgoiti, M.F. and Torres, A. 2012. Pyrolysis of plastic packaging waste: A comparison of plastic residuals from material recovery facilities with simulated plastic waste. *Waste Management*. 32(5): 826-832.
- Andrady, A.L., Pegram, J.E. and Nakatsuka, S. 1993. Studies on enhanced degradable plastics: 1. The geographic variability in outdoor lifetimes of enhanced photodegradable polyethylenes. *Journal of Polymers and the Environment*. 1(1): 31-43.
- Broido, A. 1969. A simple, sensitive graphical method of treating thermogravimetric analysis data. *Journal of Polymer Science Part A-2: Polymer Physics*. . 7(10): 1761-1773.
- Demirbas, A. 2004. Pyrolysis of municipal plastic wastes for recovery of gasoline-range hydrocarbons. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 72(1): 97-102.
- Kaminsky, W., Schlesselmann, B. and Simon, C. 1995. Olefins from polyolefins and mixed plastics by pyrolysis. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 32(0): 19-27.
- Lokensgard, E. 2010. *Industrial Plastics: Theory and Applications*. 5th. New York: Thomson Delmar Learning.
- Lopez, A., de Marco, I., Caballero, B.M., Laresgoiti, M.F. and Adrados, A. 2011. Influence of time and temperature on pyrolysis of plastic wastes in a semi-batch reactor. *Chemical Engineering Journal*. 173(1): 62-71.
- Maryudi, Hisyam, A., Yunus, R.M. and Bag, M.D.H. 2013. Thermo-oxidative Degradation of High Density Polyethylene Containing Manganese Laurate. *International Journal of Engineering and Research Applications*. 3(2): 1156-1165.
- PlasticsEurope. 2011. *Plastics-the Facts 2011: An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2010*. PlasticsEurope: Association of Plastics Manufacturers.Brussels