

PIROLISIS CAMPURAN POLIETILENA-TEMPURUNG KELAPA

Tri Windarti dan Ruseno

Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia Universitas Diponegoro

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pirolisis campuran polietilena-tempurung kelapa untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran polietilena-tempurung kelapa terhadap produk cair yang dihasilkan. Enam puluh gram campuran polietilena-tempurung kelapa dengan perbandingan 5:1, 4:2, 3:3, 2:4, 1:5 (b/b) dipirolisis pada temperatur 300°C. Uap organik yang dihasilkan kemudian didinginkan dengan pendingin es-garam sehingga diperoleh produk cair dan dianalisis dengan GC dan GC-MS. Hasil menunjukkan bahwa pirolisis campuran polietilena-tempurung kelapa pada temperatur 300°C diperoleh produk cair yang makin meningkat dengan meningkatnya jumlah polietilena di dalam campuran. Senyawa utama dalam produk cair adalah senyawa dengan rantai karbon C₄ – C₁₁.

Kata kunci: pirolisis, produk cair

PIROLYSIS OF POLYETHYLENE-COCONUT SHELL MIXTURE

ABSTRACT

Research about pyrolysis of polyethylene-coconut shell mixture has been done to know the effect of polyethylene-coconut shell composition to the liquid product. Sixty gram of polyethylene-coconut shell mixture by 5:1, 4:2, 3:3, 2:4, 1:5 ratio (w/w) were pyrolyzed at 300°C. Organic gas that produced was condensed in ice-salt condensor to get liquid products and then were analyzed by GC and GC-MS. The results showed that pyrolysis of polyethylene-coconut shell mixture at 300°C produce liquid product volume that increase as the increase of polyethylene contain. The main compounds product of liquid product are compounds with C₄-C₁₁ carbon chains.

Key words: pyrolysis, liquid product

PENDAHULUAN

Tempurung kelapa memiliki prospek yang baik untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif karena Indonesia menghasilkan lebih dari 10.800.000 ton kelapa pertahun. Dengan berat tempurung sekitar 20,36% dari berat total kelapa, berarti dihasilkan sekitar 2.199.150 ton tempurung kelapa pertahun. Dengan kandungan selulosa sebanyak 36,3%, lignin 28,3%, dan hemiselulosa 25,1% (Awang, 1991), tempurung kelapa dapat dipirolisis untuk menghasilkan senyawa dengan berat molekul kecil yang merupakan hasil degradasi termal molekul yang ada di dalam tempurung kelapa.

Pinatti (2005) menyatakan bahwa pirolisis bahan padatan pada temperatur tinggi akan menghasilkan senyawa-senyawa volatil

sedangkan pirolisis pada temperatur rendah akan menghasilkan arang sebagai produk utamanya. Pirolisis tempurung kelapa pada temperatur 400°C menghasilkan asap cair yang dengan proses perengkahan katalitik menggunakan katalis zeolit alam asam menghasilkan asam asetat, asam propionat, metoksi fenol dan fenol yang persentasenya bervariasi dengan perubahan berat katalis (Windarti, 2004).

Polietilena sebagai bahan dasar pembuatan kantong plastik merupakan polimer termoplastik sehingga dapat terdegradasi dengan adanya perlakuan termal (Gandinagar, 2000). Windarti (2003) telah melakukan pirolisis polietilena dari sampah plastik pada temperatur 350°C dan diperoleh produk cair berupa campuran senyawa olefin C₉ – C₁₅.

Billmeyer (1984) menyatakan bahwa, poli etilena merupakan polimer dengan rumus kimia $(-CH_2-CH_2-)_n$ dimana n menyatakan perulangan struktur. Dari struktur tersebut terlihat bahwa polietilena memiliki jumlah atom hidrogen yang banyak. Dengan membuat campuran polietilena-tempurung kelapa dalam proses pirolisis diharapkan polietilena dapat menjadi pensuplai hidrogen sehingga produk hidrokarbon cair akan meningkat.

Untuk mengetahui seberapa efektif pengaruh polietilena terhadap volume produk cair yang dihasilkan, dilakukan variasi komposisi polietilena-tempurung kelapa. Dengan semakin banyak polietilena diharapkan akan semakin meningkatkan volume produk cair.

Dalam penelitian Windarti (2004), produk pirolisis tempurung kelapa pada temperatur 400°C adalah Fenol, 2,6-dimetoksi fenol, 2-metoksi fenol, 3-meti-1,2-siklopentanadion. Senyawa-senyawa tersebut merupakan potongan dari senyawa lignin yang banyak terdapat dalam tempurung kelapa (28,3%). Hal ini disebabkan karena pada temperatur 400°C selulosa dan hemiselulosa sudah menjadi arang (Agra, 1995). Untuk itu pada penelitian ini temperatur pirolisis diturunkan menjadi 300°C dengan harapan bahwa pada temperatur tersebut selulosa dan hemiselulosa belum berubah menjadi arang.

METODE PENELITIAN

Pengeringan Tempurung Kelapa

Pengeringan dilakukan dengan menjemur tempurung kelapa yang sebelumnya telah diporong kecil-kecil. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan air dalam tempurung kelapa sehingga produk cair yang dihasilkan

dalam proses pirolisis mengandung air seminimal mungkin.

Pemilihan Plastik

Untuk menyeleksi plastik yang benar-benar mengandung polietilena dilakukan prosedur sebagai berikut:

- ✓ uji termal, yaitu bila plastik ditusuk dengan besi panas dapat melunak berarti bersifat termoplastik, bila tetap keras berarti termoset.
- ✓ uji perendaman, bila plastik mengapung dalam air, berarti mengandung poliolefin.
- ✓ uji pembakaran, bila saat dibakar ujungnya terjadi nyala biru dengan ujung nyala berwarna kuning berarti mengandung polietilena dan polipropilena, bila timbul bau seperti parafin dan terbakar dengan cepat berarti plastik tersebut adalah polietilena.

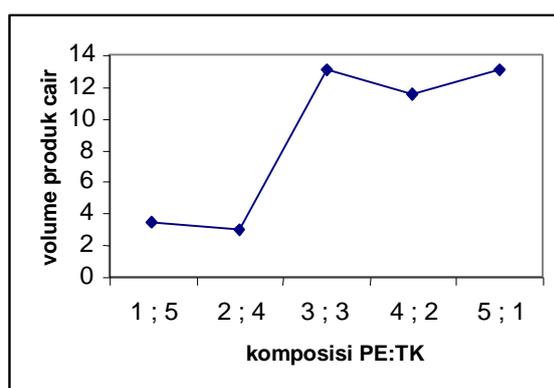
Proses Pirolisis

Polietilena-tempurung kelapa sebanyak 60 gram ditempatkan dalam reaktor kemudian reaktor ditutup dan ditempatkan dalam furnish. Kondisi reactor dibuat inert dengan mengalirkan gas N₂ selama proses berlangsung. Temperatur reactor diseting pada 300°C. Uap organik hasil pirolisis kemudian didinginkan dengan pendingin spiral dalam campuran es dan garam. Hasil berupa cairan kemudian dianalisis dengan GC dan GC-MS. Proses pirolisis dilakukan dengan perbandingan campuran polietilena-tempurung kelapa yang telah ditentukan (5:1, 4:2, 3:3, 2:4, 1:5).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pirolisis berlangsung selama 45 menit dan dihasilkan produk cair berwarna coklat yang

merupakan hasil kondensasi dalam pendingin es-garam. Gambar 1 memperlihatkan bahwa volume produk cair meningkat tajam pada komposisi 3 : 3 dan cenderung tetap pada komposisi 4:2 dan 5:1. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pirolisis campuran polietilena-tempurung kelapa pada temperatur 300°C, menghasilkan produk cair yang lebih banyak dikontribusi dari degradasi termal polietilena.



Gambar 1. Grafik hubungan antara komposisi polietilena-tempurung kelapa dengan volume produk cair

Setelah diuji dengan menggunakan GC diperoleh informasi tentang jumlah senyawa yang terdapat dalam produk cair.

Tabel 1. Hasil analisis produk cair dengan GC

PE:TK	Jml seluruh puncak	Jml Puncak utama	% puncak utama
1 : 5	29	4	71,9
2 : 4	13	3	74,6
3 : 3	51	6	29,2
4 : 2	51	3	36,8
5 : 1	41	5	49,1

Ket: PE:TK = komposisi polietilena-tempurung kelapa.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa jumlah senyawa yang dihasilkan semakin bertambah dengan makin bertambahnya polietilena di dalam campuran. Senyawa yang dihasilkan makin

beragam dengan peningkatan yang sangat tajam, mulai dari komposisi 3:3. Dengan demikian peningkatan volume produk cair diikuti dengan peningkatan jumlah senyawa yang dihasilkan.

Dengan melihat jumlah puncak utama kromatogram GC diketahui bahwa jumlah senyawa utama dalam produk cair tidak terlalu berbeda (antara 3–6 senyawa) dengan demikian diperoleh volume campuran senyawa utama yang semakin meningkat dengan meningkatnya jumlah polietilena dalam sampel (tabel 2).

Tabel 2. Volume puncak utama

PE:TK	% puncak utama	Volume produk cair (ml)	Volume puncak utama(ml)
1 : 5	71,9	3,5	2,50
2 : 4	74,6	3,0	2,24
3 : 3	29,2	13,0	3,80
4 : 2	36,8	11,5	4,24
5 : 1	49,1	13,0	6,38

Data GC-MS memperlihatkan bahwa produk cair didominasi oleh senyawa hidrokarbon, yang merupakan hasil pirolisis polietilena. Dari tabel 3 diketahui bahwa pirolisis polietilena-tempurung kelapa pada perbandingan 3:3 menghasilkan senyawa dengan rantai karbon C₄–C₁₁.

Tabel 3. Senyawa utama produk cair pirolisis polietilena-tempurung kelapa (3:3)

Senyawa	Rumus struktur
2,4-dimetil 1-heptena	C ₉ H ₁₈
2,4-dimetil-3-nonena	C ₁₁ H ₂₂
2,3-dimetil heksana	C ₈ H ₁₈
2-metil-1-heksena	C ₇ H ₁₄
6-metil-1-nonenol	C ₁₀ H ₂₀ O
Isobutil alkohol	C ₄ H ₁₀ O

Mekanisme reaksi pirolisis adalah melalui mekanisme radikal bebas (Gates, 1979). Panas menyebabkan makromolekul terurai dan terbentuk potongan-potongan senyawa organik. Species yang terbentuk setelah degradasi dapat berupa monomer, dimer atau trimer, serta hidrogen, karbon monoksida, karbon dioksida, metana dan molekul hidrokarbon lain (Guddeti *et al*, 2000). Apabila dilihat senyawa utama dalam produk cair, terdapat senyawa-senyawa yang merupakan pengulangan dari monomer polietilena yaitu elitena. Seperti 2,4-dimetil 1-heptena (C_9H_{18}), 2,4-dimetil-3-nonena ($C_{11}H_{22}$), 2-metil-1-heksena (C_7H_{14}) dan senyawa alkana yaitu 2,3-dimetil heksana (C_8H_{18}). Sisanya adalah senyawa alkohol hasil pemutusan ikatan makromolekul yang ada dalam tempurung kelapa. Terbentuknya senyawa 6-metil-1-nonenol ($C_{10}H_{20}O$) dan Isobutil alkohol ($C_4H_{10}O$) kemungkinan berasal dari pemutusan selulosa dan hemiselulosa dan bukan dari lignin karena lignin memiliki struktur dasar senyawa aromatik.

KESIMPULAN

Pirolisis campuran polietilena-tempurung kelapa pada temperatur 300°C menghasilkan volume produk cair yang makin meningkat dengan meningkatnya jumlah polietilena di dalam

campuran. Senyawa utama dalam produk cair adalah senyawa dengan rantai karbon C_4-C_{11} .

UCAPAN TERIMAKASIH

Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional

DAFTAR PUSTAKA

- Agra, S. W., 1995, *Pirolisis Getah Beberapa Jenis Tanaman Untuk Membuat Bahan Bakar Cair Pengganti Bahan Bakar Minyak Bumi*, Disertasi, UGM, Yogyakarta.
- Awang, S. A., 1991, *Kelapa: Kajian sosial ekonomi*, Aditya Media, Yogyakarta.
- Billmeyer, F. W., 1984, *Textbook of Polymer Science*, third edition, John Wiley and Sons, New York
- Gandinagar, 2000, *Plasma Depolymerization of Plastic*; Centre for Plasma Technologies, India.
- Gates, B. C., Katzer, J. R. and Schuit, G. C., 1979, *Chemistry of Catalytic Processes*, McGraw-Hill, New York.
- Guddeti, R. R., Knigh, R and Grossmann, E. D., 2000, *Plasma Chem. Plasma Processing 20*, India
- Pinatti, D. C., Vieira, C. A., Soares. A. G., 2005, *Catalytic cellulignin fuel, US Patent & Trademark Office*.
- Windarti, T., 2003, *Konversi Polietilena Dari Sampah Plastik Menjadi Olefin Dengan Katalis Zeolit Alam*, Laporan penelitian Dosen Muda, Semarang.
- Windarti, T., 2004, *Pengaruh Jumlah Katalis Zeolit Alam Asam Dalam Proses Perengkahan Asap Cair Tempurung Kelapa*, Laporan penelitian Dosen Muda, Semarang.