

Analisa DSC Terhadap Sintesis Plastik HDPE–*fly ash*

Laila Khamsatul Muharrami

Prodi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Trunojoyo Madura

Email: laila@trunojoyo.ac.id

ABSTRAK

Termoplastik merupakan polimer sintetik yang paling banyak diproduksi dan salah satu produksi termoplastik yang sedang naik daun adalah polietilen. Aplikasi termoplastik banyak dimanfaatkan oleh perusahaan plastik dan non-plastik. Perusahaan plastik biasa menggunakan termoplastik sebagai bahan pengemas, alat rumah tangga, pembangunan, otomotif, listrik dan sebagainya. Penelitian ini membuat film HDPE dengan filler fly ash dengan variasi konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dengan harapan film plastic HDPE mempunyai ketahanan/kekuatan terhadap degradasi termal. Analisa termal yang digunakan adalah DSC. Hasil penelitian menunjukkan adanya sebuah puncak yaitu pada suhu 132,5°C dengan entalphi sebesar 211,4 mJ/mg pada sampel awal sedangkan pada film HDPE-filler 5% menunjukkan adanya sebuah puncak yaitu pada suhu 130,6°C dengan entalphi sebesar 224,7 mJ/mg.

Kata Kunci : film HDPE, fly ash, DSC, analisa termal

PENDAHULUAN

Lebih dari 70% dari total produksi termoplastik yang banyak dilaporkan adalah polietilen (PE), polipropilen (PP), polistiren (PS), dan *polyvinyl chloride* (PVC). Selanjutnya diikuti dengan *acrylonitrile-butadiene-styrene* (ABS) terpolimer, *high-impact polystyrene* (HIPS), asetal, poliamida, polikarbonat, poliester, dan plastik asil paduan adalah plastik yang diaplikasikan untuk perbaikan sifat yang lebih baik (Xanthos, 2005).

Dua polietilen yang digunakan adalah polietilen non-komersil, yaitu metallocene polyethylene (mPE) dan polietilen komersil, yaitu high-density polyethylene. Sebelumnya, HDPE telah digunakan sebagai bahan penelitian Robert dkk. HDPE umumnya linier (atau ditemukan sedikit sekali yang rantainya bercabang) sedangkan m-PE secara keseluruhan adalah linier (Robert, 2003). Sintesis polimer pertama kali adalah polimer fenol-formaldehid yang terkenal dengan nama "Bakelite", oleh Leo Baekeland pada tahun 1909 yang digunakan sebagai bola bilyar. Saat ini, polimer sudah umum digunakan dalam produksi plastik, elastomer, pelapisan, dan adesif. (Katz, 1998). Produksi polimer dari tahun ke tahun menunjukkan peningkatan dimana termoplastik relatif unggul dibandingkan dengan polimer sintetik yang lain. Termoplastik merupakan polimer sintetik yang paling banyak diproduksi dan salah satu produksi termoplastik yang sedang naik daun adalah polietilen. Aplikasi termoplastik banyak dimanfaatkan oleh perusahaan plastik dan non-plastik. Perusahaan plastik biasa menggunakan termoplastik sebagai bahan pengemas, alat rumah tangga, pembangunan, otomotif, listrik dan sebagainya.

Lebih dari 17% sintesis plastik mengandung mineral bahan pengisi (*filler*). Penelitian dengan menggunakan *filler* diantaranya Hwang, 2003 yaitu tentang sintesis plastik yang

membandingkan sifat mekanik (*Ultimate Tensile Strength*, *yield strength*, perpanjangan, dan *Young's Modulus*) antara plastik dengan *filler* dari CaCO_3 dan *clean ash* dengan variasi konsentrasi 0, 10, 20, 40, dan 80 phr. LDPE/abu layang dan LDPE/ CaCO_3 . Hasilnya menunjukkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi filler yang ditambahkan maka sifat mekanik *yield strength* dan *Young's Modulus* semakin meningkat dimana *yield strength* dari 485 psi menjadi 557 psi sampai dengan 888 psi dan *Young's Modulus* meningkat dari 27,5 psi menjadi 36 psi sampai dengan 90,5 psi. Hal ini berbeda dengan *Ultimate Tensile Strength* dan perpanjangan yang semakin menurun dengan meningkatnya konsentrasi filler, dimana *Ultimate Tensile Strength* menurun dari 3336 psi menjadi 3463 psi sampai dengan 2377 psi dan perpanjangan dari 467% menjadi 467% sampai dengan 46, %.

Bahan pengisi dapat dianggap sebagai bahan pengisi struktur polimer atau aditif polimer yang diskontinyus (Xanthos, 2005). Bahan pengisi merupakan aditif yang mempunyai fasa padat yang masuk dalam matrik polimer (Harper, 2002). Bahan pengisi sangat bergantung pada faktor bentuk, sifat permukaan dan hidrofilitas atau polaritas antara polimer dan bahan pengisi (Chand, 2000) serta ukuran partikel dan distribusi partikel filler dalam matrik polimer (Harper, 2002). Bahan pengisi juga berfungsi untuk meningkatkan nilai modulus dan kekuatan polimer (Xanthos, 2005). Bahan-bahan yang berfungsi sebagai bahan pengisi biasanya berupa mineral diantaranya seperti *talc*, kaolin, mika, kalsium karbonat, SiO_2 , dan abu layang (*fly ash*). Abu layang terdiri dari silika, alumina, Fe_2O_3 , CaO , SO_3 , titanium, dll. Penambahan *filler* abu layang ini dapat meningkatkan kekuatan impact (Gupta, dkk, 2001) dan memberikan daya tahan terhadap panas serta meningkatkan kestabilan molekular. Walaupun demikian, ada laporan bahwa penambahan *filler* abu layang ini dapat menurunkan kuat tekan dari spesimen film (Gupta, dkk, 2001). Polimer dengan *filler* abu layang dapat digunakan untuk menghasilkan bagian automotif dengan kualitas yang hampir sama dengan senyawa polimer yang sudah diberi *filler* secara komersial (Huang, 2003). Penelitian ini menganalisa sintesis HDPE-fly ash secara termal yaitu dengan DSC dengan variasi konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. HDPE yang dihasilkan dianalisa dengan analisa termal DSC untuk mengetahui sifat-sifat fisiknya.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas beker, batang pengaduk, alat pencampur HDPE/bahan pengisi abu layang, silane, neraca analitik, hot plate GONNO, cold plate GONNO, mixer Laboplastomil, termometer, mikrometer, beker glass, stirrer, gelas ukur, FTIR (Fourier Transform-Infra Red), alat uji stress-strain. Bahan dalam penelitian ini adalah bijih plastik HDPE, filler fly ash, silane, aquades.

Prosedur Kerja

Preparasi Bahan

HDPE dan fly ash disimpan dalam oven selama satu hari sebelum pembentukan film polimer. Temperatur oven diatur pada 110°C (Chand, 2000). *Coupling agent* antara HDPE-fly ash yang digunakan adalah silane. Silane sebanyak 0,5% berat total dari berat fly ash dilarutkan dalam aquades. Aquades yang digunakan sebanyak 100 kali berat silane yang dilarutkan. Larutan silane dicampurkan dengan fly ash selama 10 menit. Konsentrasi fly

ash yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Campuran silane dan fly ash (sebagai bahan pengisi) kemudian dioven hingga kering. Hasilnya dimesh hingga 100 mesh (Hwang, 2003).

Proses Pembuatan Film HDPE

HDPE dimasukkan dalam wadah *mixer Laboplastomil* sampai meleleh kemudian ditambahkan *filler* sambil terus diaduk sampai homogen yang ditunjukkan dengan stabilnya torsi (selama kurang lebih 15-20 menit). Setelah itu, film yang telah terbentuk dituangkan dalam cetakan kuningan yang mempunyai ketebalan 1,2 mm yang dilapisi *glossing plate* dan diberi alas dari aluminium.

Pembuatan film dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa alat tekan panas (hot press) dengan kekuatan 60 kgf/cm² dengan suhu tetap seperti pada saat pembuatan film tersebut yaitu 140°C. Setelah dilakukan pengepresan pada alat tekan panas (*hot press*), kemudian dilakukan pengepresan pada alat tekan dingin (*cold press*) secara cepat selama 2 menit. Lembaran tipis yang telah terbentuk tersebut kemudian dibentuk spesimen (*dumbell*) sesuai dengan standar ISO-527-2 tipe 5 A.

Metode Degradasi Termal

Film HDPE-*filler* didegradasi dalam oven pada suhu 100°C selama 2 minggu. Kemudian sampel dicelupkan ke dalam air dan dijaga agar suhunya lebih kecil dari 5°C (Bal, dkk, 2007).

Analisa Thermal (DSC)

Analisa stabilitas termal dilakukan pada spesimen HDPE/abu layang murni, dan HDPE/abu layang kelas C hasil degradasi yang memiliki kekuatan mekanik paling besar. Analisa stabilitas termal dilakukan dengan cuplikan seberat 6-8 g. Analisa stabilitas termal dilakukan dengan alat TGA/DSC. Analisa stabilitas termal dilakukan pada temperatur ruang hingga 600°C. Data analisa stabilitas termal direkam pada tiap 10°C/menit laju pemanasan (Chand, 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis film plastik HDPE terbuat dari bijih plastik HDPE dan *filler* dengan memanfaatkan fly ash (abu layang). Abu layang yang digunakan terlebih dahulu dicampur dengan silane sebagai *coupling agent*. Variasi *filler* yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% (Hwang, 2003). Setelah itu, dilakukan uji tarik terhadap film HDPE hasil sintesis. Hasil dari penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa dengan penambahan abu layang dapat meningkatkan kekuatan tarik film HDPE dan kekuatan tarik maksimal pada penelitian ini diperoleh pada penambahan *filler* 5%.

Penelitian selanjutnya adalah uji degradasi termal terhadap film plastik HDPE hasil sintesis tersebut. Uji tersebut dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan film plastik HDPE hasil sintesis. Uji degradasi termal dilakukan dengan cara memberikan suhu yang tinggi terhadap film plastik HDPE yaitu pada suhu 100°C selama 2 minggu.

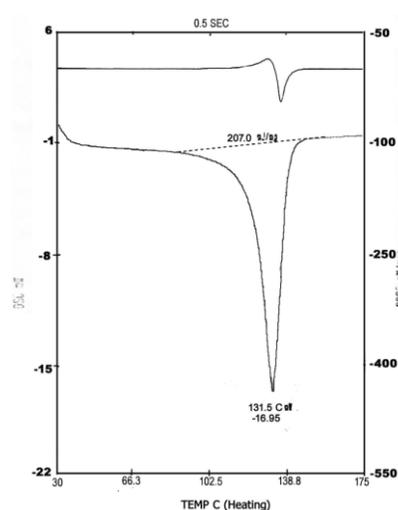
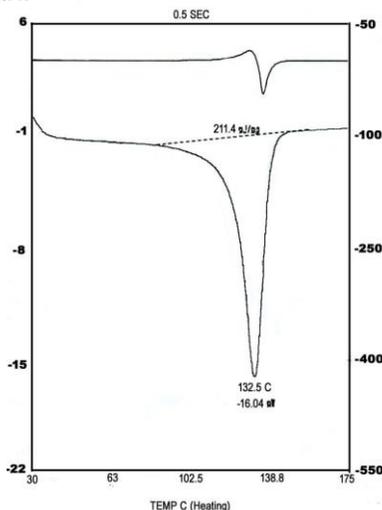
Analisa termal merupakan pengukuran sifat cuplikan polimer sebagai fungsi temperatur. Teknik analisa termal dibagi menjadi beberapa kategori sesuai dengan perubahan yang terjadi yaitu perubahan berat, perubahan volume, perubahan energi dan perubahan energi yang

dilepaskan. Teknik analisis termal untuk cuplikan polimer bergantung pada tujuan pengukuran tersebut (Hartono, 1995). DSC merupakan teknik yang digunakan untuk mengukur kebutuhan energi atau secara kuantitatif perubahan entalpi yang terjadi dalam sampel sebagai fungsi dari temperatur. Alat ini sama dengan DTA, yang membedakan adalah pada alat ini, perbedaan temperatur antara sampel dan referens dipertahankan nol atau temperatur dua bahan yang diamati memiliki kondisi suhu yang sama dalam lingkungan panas atau dingin yang terkontrol. Dalam DSC digunakan pengukuran aliran panas yang dikompensasikan dan diterjemahkan oleh recorder. Cuplikan dan pembanding dipanaskan dengan elemen pemanas yang terkontrol. Pada wadah sampel terdapat sensor temperatur yang diatur untuk merespon semua perubahan kalor yang terjadi secara kontinyu kemudian diperkuat oleh amplifier dan dicatat oleh recorder dengan program komputer maka diperoleh kurva DSC dengan temperatur sebagai absis dan perubahan kalor sebagai ordinat. Aplikasi dari alat ini adalah untuk menentukan temperatur transisi, menentukan panas peleburan dari fase kristal dan derajat kristalisasi, penentuan kapasitas panas, menentukan panas pembentukan dan juga untuk menentukan kemurnian sampel.

Pada penelitian ini digunakan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) untuk uji sifat termal. DSC merupakan teknik analisa dengan mengukur perbedaan kalor yang masuk ke dalam sampel dan pembanding sebagai fungsi temperatur. Sampel yang dianalisis dalam keadaan kering. Jika sampel dalam keadaan basah akan mengganggu analisa dengan munculnya puncak termogram yang tidak diinginkan.

Penentuan temperatur leleh dan temperatur degradasi film dengan menggunakan metode DSC. Hal ini bertujuan untuk menentukan temperatur proses film agar menghasilkan film yang baik. Adapun syarat temperatur film adalah harus dilakukan pada temperatur diantara temperatur leleh masing-masing komponen film dengan temperatur degradasinya. Hasil analisa termal komponen film dengan DSC dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.

Gambar 1 menunjukkan termogram untuk sampel awal yang menunjukkan adanya sebuah puncak yaitu pada suhu 132,5°C dengan entalphi sebesar 211,4 mJ/mg. Dimana suhu tersebut diidentifikasi sebagai temperatur leleh sampel awal sedangkan entalphi adalah energi yang dibutuhkan untuk mengubah sampel awal dari wujud padat menjadi cair/leleh. Dan reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermal yang ditunjukkan dengan bentuk puncak yang kebawah.



Gambar 1. Termogram DSC sampel awal

Gambar 2. Termogram DSC HDPE-*filler* 5%

Gambar 2 menunjukkan termogram untuk Dimana suhu tersebut diidentifikasi sebagai temperatur leleh sampel awal sedangkan entalpi adalah energi yang dibutuhkan untuk mengubah sampel awal dari wujud padat menjadi cair/leleh.

Berdasarkan pada ketiga termogram DSC diatas menunjukkan bahwa temperatur leleh dari ketiganya hampir sama yaitu sekitar 130°C atau bisa dikatakan tidak ada perubahan yang signifikan sehingga bisa dikatakan bahwa ketiga sampel mempunyai titik leleh yang sama.

PENUTUP

KESIMPULAN

Hasil analisa termal DSC menunjukkan adanya sebuah puncak yaitu pada suhu 132,5°C dengan entalpi sebesar 211,4 mJ/mg pada sampel awal sedangkan pada film HDPE-*filler* 5% menunjukkan adanya sebuah puncak yaitu pada suhu 130,6°C dengan entalpi sebesar 224,7 mJ/mg. Hal ini bisa dikatakan tidak ada perubahan yang signifikan dimana keduanya mempunyai titik leleh yang sama.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, perlu ada analisa yang lain dengan menggunakan coupling agent ataupun variasi konsentrasi dari fly ash yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Albertson A. C. dan Huang S. J., (1995), *Degradable Polymer Recycling & Plastic Waste Management*, Macel Dekker Inc., New York
- Al-Malaika, S., Chohan, S., Coker, M. dan Scott, G., (1995), "A Comparative Study of the Degradability dan Recyclability of Different Classes of Degradable Polietilen", *Pure AHDPElication Chemistry*, Vol A32, hal. 709
- Benavides, R., Edge, M. dan Allen, N. S., (1995), "The Mode of Action of Metal Stearate Stabilizers in Poly(vinyl Chloride) : Influence of Pre-heating on inducton times dan Carbonyl Formaton", *Polymer Degradation dan Stability*, Vol. 49, hal. 341
- Bill, Mayer, (1984), *Textbook of Polymer Science*, John Wiley & Sons Inc, Singapura
- Brian Smith, (1999), "Infrared Spectral Interpretation", CRC Press, Boca ratun London New York washington DC.
- Chand, Navin dan S. R. Vashishtha, (2000), "Development, Structure dan Strenght Properties of PP/PMMA/FA Blends", *Bull. Mater. Sci.* ,Vol. 23, No. 2, hal. 103-107
- Charrier, J. M., (1989), "Polymeric Materials dan Processing : Plastics, Elastomers dan Composites, Hanser, New York
- Daintith, John, (1994), "A Concist Dictionary Of Chemistry" Oxford University Press, British

- Davis, Anthony, (1983), "Weathering Of Polymer", AHDPEIed Science Polymer
- Evelin d. Bliznakov, chris c. White, montgomery t. Shaw, (2000), "Mechanical Properties of Blends of HDPE and Recycled Urea-Formaldehyde Resin", *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 77, hal. 3220–3227.
- Fried, J. R., (1995), "Polymer Science Dan Technology", Pientice Hall PTR, New Jersey
- Gedde, ULF, W., (1995), "Polimer Physics", Chapman dan Hall, British
- Harper, Charles A., (2002), *Hdan Book of Plastics, Elastomers dan Composites*, Edisi ke empat, McGraw-Hill, New York
- Hartono, Anton, J., (1995), *Penuntun Analisis Polimer Aktual*, Edisi pertama, Dani Offset, Yogyakarta
- Hawkins, W. L., (1984), "Polymer Degradation dan Stabilization", Springer-Verlag, New York
- Heidrich, C., (2002), *Ash Utilisation - An Australian Perspective*, Geopolymers 2002 International Conference, Melbourne- Australia
- Ismail, Suryadiansyah, (2002), "Thermoplastic Elastomers Based On Poly Propylene/natural Rubber dan Poly Propylene/Recycled Rubber Blends", *Journal of Polymer testing*, Vol. 21, hal. 385-395
- Lachance, G. R., dan Claisse F., (1994), *Quantitative X-ray Fluorescence Analysis : Theory dan Application*, John Wiley & Sons, New York.
- Lin, Y., (1997), "Study of Ultraviolet Photooxidative Degradation of LDPE Film Containing Cerium Carboxylate Photosensitizer", *Journal Appl. Polym. Sci.*, Vol. 63
- Luzuriaga Sharbel, Kovarova Jana and Fortelny Ivan, (2006), "Degradation of pre-aged polymers exposed to stimulated recycling : Properties and thermal stability", *Polymer Degradation and Stability*, Vol. 91, hal. 1226-1232
- Malik, J., Stoll, K. H., Cabaton, D. dan Thurmer, A., (1995), "Processing Stabilization of HDPE : A Complex Study of an Additive Package", *Polymer Degradation dan Stability*, Vol. 50, hal. 329
- M. Sa´nchez-Soto, A. Rossa, A.J. Sa´nchez, dan J. Ga´mez-Pe´rez, (2007), "Blends of HDPE wastes: Study of the properties", *Waste Management*, email : m.sanchez-soto@upc.edu
- Odion, George, (1991), "Principles Of Polimerization" 3th edition, The College Of Staten Isldan, The City University Of New York, John Willwe dan Sons Inc, Staten Isldan New York
- Pfaender, Rudolf, (2006), "How Will Additives Shape the Future of Plastics?", *Polymer Degradation dan Stability*, Vol. 91, hal. 2249-2256

Pospisil, J., Franek A. Sitek, dan Rudolf Pfaendner, (1995), Upgrading of Recycled Plastics by Restabilization –an overview”, *Polymer Degradation dan Stability*, Vol. 48, hal. 351-358

Rabek, J. F., (1996), *Experimental Methods of Polymer Chemistry*, John Wiley dan Sons Inc, New York

Reiner, Hess, Clariant GmbH, Gersthofen (2003), *Plastics Additives dan Additive concentrates Markets dan products*, Reiner.Hess@clariant.com

Review Technical Information Plastics RT-01, (2004), *Mineral Additives for the Plastics Industry*, Omya International AG, Switzerland

Roser, L. S., (1993), *Fundamental Principles of Polymer Material*, 2nd Edition, A Wiley Interscience Publication, New York

Rui Yang, Ying Liu, Jian Yu, dan Kunhua Wang, (2006), “Thermal oxidation products and kinetics of polyethylene composites”, *Polymer Degradation and Stability*, Vol. 91, hal. 1651-1657.

Samsudin, Sani Amril, (2006), “Chemical resistance evaluation of polystyrene/Polypropylene Blends Effect of Blend Compositions and SEBS Content”, *Malaysian Polymer Journal*, Vol. 1, No.1 , hal. 11-24

Strong, Brent.A, (2000), *Plastics Materials and Processing*”, Edisi Kedua, Prentice Hall, Upper Saddle River, New` Jersey, Columbus, Ohio

Valadez, A, (2004), “Mineral filler influence on the photo-oxidation mechanism degradation of high density polyethylene. Part II : natural exposure test”, *Polymer Degradation and Stability*, Vol. 83, hal.139-148.

West, Anthony R., (1992), *Solid State Chemistry dan Its Applications*, Department of Chemistry, University of Abardeen, John Wiley & Sons, Chichester, New York

Xanthos, M., (1996), “Plastics Processing”, Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Edisi keempat, John Wiley & Sons, Inc., New York.