

# KOPOLIMERISASI CANGKOK POLISTIRENA DARI GUGUS MONOMER ASAM ADIPAT DENGAN INISIATOR BENZOIL PEROKSIDA (BPO)

Ratna Sari Dewi

Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Medan  
Jl. Willem Iskandar Pasar V, Medan 20221, Indonesia

rsd\_kimia@yahoo.co.id

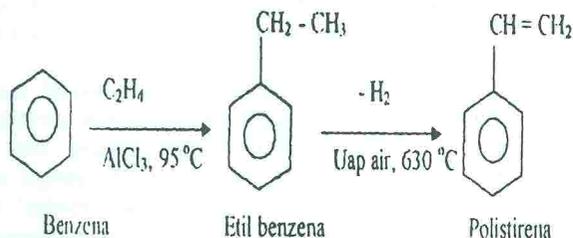
## ABSTRAK

Salah satu metode untuk memodifikasi molekul dalam suatu polimer dapat dilakukan dengan cara pencangkokan. Dalam penelitian ini telah dilakukan pencangkokan dari gugus reaktif asam adipat pada polistirena dengan inisiator benzoil (BPO). Proses pencangkokan dimulai terbentuknya radikal dari polistirena dan memvariasikan monomer asam adipat 0,1- 0,6 g. Hasil yang diperoleh menunjukkan telah terjadinya kopolimerisasi cangkok dengan uji termal *Differential Thermal Analysis* memberikan suhu transisi glas ( $T_g$ ) kopoimer  $90,92^\circ\text{C}$  dan suhu dekomposisi sebesar  $169,89^\circ\text{C}$  menunjukkan telah terjadi kopolimerisasi cangkok dari gugus  $\text{COOH}$  dari asam adipat pada polistirena dengan perubahan kalor kopolimerisasi dengan puncak endoterm.

**Kata Kunci:** Polistirena, Benzoil Peroksida, Kopolimerisasi cangkok, asam adipat,

## 1. PENDAHULUAN

Polistirena disebut juga dengan poli (feniletena). Persamaan kedua klasik dan sintetik komersil dan stirena ditunjukkan pada gambar 1:



Gambar 1: Proses Pembentukan Poly stirena (Wirjosentono, 1995)

Stirena telah berkopoliomer dengan isobutena dengan menggunakan suatu katalis Friedel - Crafts pada suhu rendah, tetapi kebanyakan kopolimer stirena komersil dihasilkan dengan menggunakan senyawa peroksida sebagai pemicu.

Plastik poliester tidak jenuh dihasilkan oleh kopolimerisasi stirena dan poliester tidak jenuh

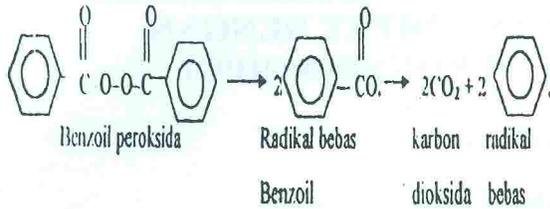
dengan adanya suatu pemicu seperti benzoil peroksida. (Seymour, 1975)

Stirena telah berkopoliomer dengan isobutena dengan menggunakan suatu katalis Friedel - Crafts pada suhu rendah, tetapi kebanyakan kopolimer stirena komersil dihasilkan dengan menggunakan senyawa peroksida sebagai pemicu.

Plastik poliester tidak jenuh dihasilkan oleh kopolimerisasi stirena dan poliester tidak jenuh dengan adanya suatu pemicu seperti benzoil peroksida. (Seymour, 1975)

Kebanyakan pemicu yang digunakan secara luas adalah radikal bebas yang dihasilkan dan peruraian peroksida. Peroksida organik seperti benzoil. Peroksida diuraikan dengan mudah untuk menghasilkan radikal bebas benzoil. Kemudian radikal bebas benzoil diuraikan untuk membentuk karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan radikal bebas fenil dapat digambarkan pada gambar 2.

Kebanyakan kopolimer stirena secara komersil dihasilkan dengan menggunakan senyawa-senyawa peroksida sebagai pemicu. Senyawa-senyawa peroksida, seperti benzoil peroksida adalah senyawa yang dapat digunakan sebagai pemicu. (Seymour, 1975)

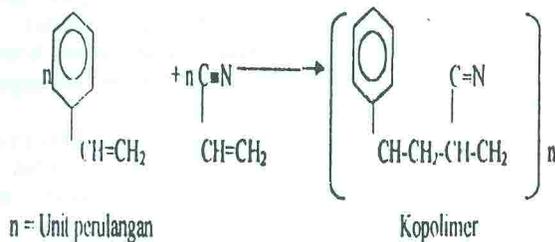


Gambar 2: Peruraian Benzoyl Peroksida (Parker, 1994)

Kopolimer cangkok (graft) umumnya disintesa secara radikal. Melalui pembentukan pusat aktif sepanjang rantai polimer (bukan pada ujung rantai), misalnya dengan mereaksikan polimer murni dengan suatu pembentuk radikal (peroksida bila kemudian ditambahkan molekul monomer jenis kedua, maka akan terjadi kopolimerisasi cabang yang dimulai dari pusat-pusat aktif radikal tersebut. (Billmeyer, 1984)

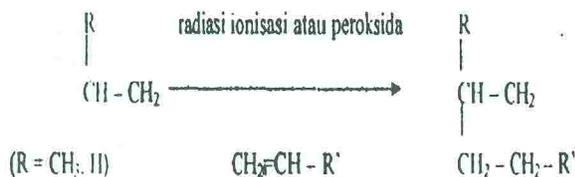
Jika monomer A dan B bereaksi satu sama lain membentuk kopolimer, maka kopolimer yang dihasilkan sering kali memperlihatkan sifat yang sangat berbeda dan campuran fisis homopolimer A dan B. Kadang-kadang sifat baik tiap homopolimer dapat di gabungkan atau di pertahankan dalam kopolimer. Hal ini yang menjadi salah satu keuntungan yang di berikan oleh kopolimerisasi, (Coward, 1991)

Jika stirena dan akrilonitril dapat berpolimer dalam suatu reaksi, maka suatu kopolimer akan terbentuk yang terdiri dari kedua stirena dan akrilonitril seperti gambar 3.



Gambar 3: Pembentukan Kopolimer (Harry, 1991)

Teknik karakterisasi umumnya bertujuan mengamati sifat fisika dan Poliolefin adalah bersifat hidrofob tetapi dapat dibuat lebih hidrofil dengan kolimerisas cangkok seperti gambar 4:

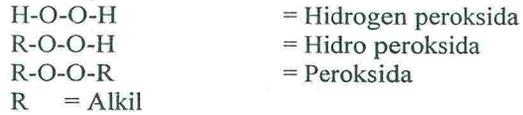


Gambar 4. Kopolimerisasi Poliolefin

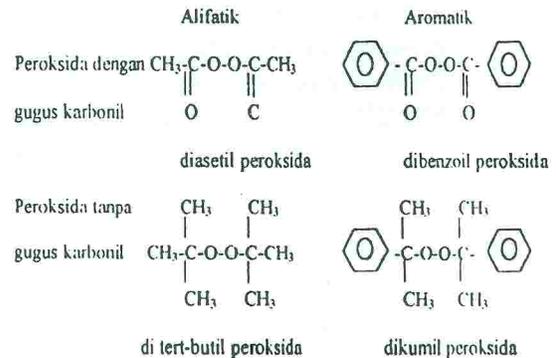
Jika R' mengandung fungsi karbonil, produk dan reaksi ditemukan pada aplikasi yang luas contohnya sebagai zat aktif. (Allen, 1983)

Persenyawaan organik dan anorganik adalah penting sebagai inisiator dan polimerisasi radikal. Hidroperoksida, dialkil peroksida, diasil peroksida adalah tipe-tipe persenyawaan organik. Rata-rata penguraian persenyawaan organik bergantung pada struktur mereka. (Braun, 1984)

Rumus dan semua peroksida dapat diturunkan dan hidrogen peroksida, produk substituen tunggal adalah hidroperoksida, produk substituen ganda adalah peroksida.



Peroksida itu dapat dibedakan dalam beberapa kelompok seperti ditunjukkan oleh gambar 5.



Gambar 5 :Kelompok Peroksida (Hoffman, 1989)

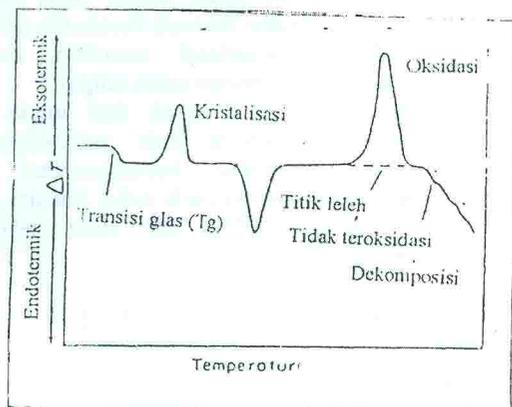
Asam adipat disebut juga dengan 1,4 asam butana dikarboksilat. Dalam beberapa tahun ini, asam adipat penggunaannya secara luas digunakan dalam produksi sintetik serat, plastik, sintetik pelumas dan juga asam adipat dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan nilon. (Kirk-Othner, 1963)

Asam adipat biasanya relatif stabil terhadap oksidasi. Dalam kenyataannya, suatu metode dari penurunan asam adalah rekristalisasi dan asam nitrat. Pada kondisi pembuatan ada sangat sedikit serangan pada asam adipat oleh oksidasi udara, meskipun dipanasi di bawah tekanan ke temperatur tinggi 275° F.

Asam adipat relatif stabil panasnya, dimana pemanasan selama 15 jam pada suhu 232 °C diharuskan untuk menimbulkan sebuah perubahan warna /pelunturan. Adapun sifat dan asam adipat adalah asam adipat sedikit larut dalam air dan sangat larut dalam metanol dan kelarutan asam adipat dapat ditambahkan penilaiannya dengan menggunakan campuran biner dari air dengari metanol, etanol dan aseton. Asam adipat berbentuk kristal yang berwarna putih. (Kirk Othner. 1963)

### Sifat Termal Bahan Polimer

*Differential Thermal Analysis* (DTA) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan sifat termal dan suatu bahan polimer. DTA merupakan suatu metode yang dapat mencatat perbedaan suhu antara sampel dan senyawa pembanding, baik terhadap waktu ataupun suhu. Pola umum kurva DTA dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Pola umum Kurva DTA

Senyawa-senyawa polimer amorf dan bagian amorf dan polimer semikristalin memiliki suhu transisi gelas ( $T_g$ ), namun pada polimer kristalin murni tidak memiliki suhu transisi gelas, melainkan hanya suhu leleh ( $T_m$ ).

Suhu transisi gelas menunjukkan perubahan dan lunak dan elastis menjadi keras, rapuh dan mitip gelas. Suhu transisi gelas dan campuran polimer dipengaruhi oleh fleksibilitas rantai, kekakuan dan rantai samping, juga fleksibilitas rantai samping. (Wirjosentono, 1993)

Fleksibilitas rantai samping ditentukan oleh mudahnya rotasi gugus-gugus yang berikatan secara kovalen. Rotasi ini ditentukan oleh energi dan gaya-gaya kohesi molekul. Turunannya fleksibilitas rantai mengakibatkan meningkatnya suhu transisi gelas ( $T_g$ ).

Fleksibilitas rantai juga dipengaruhi oleh halangan sterik, dimana peningkatan jumlah halangan sterik akan menurunkan fleksibilitas rantai. Halangan sterik ditentukan oleh ukuran dan bentuk rantai utama. Gugus-gugus samping yang besar dan kaku akan menurunkan fleksibilitas rantai utama sehingga suhu transisi gelas ( $T_g$ ) meningkat.

Penambahan gugus samping yang fleksibel akan meningkatkan jarak rantai sehingga gaya intermolekul menurun dan kemuluran meningkat. (Rabek, 1980)

Berdasarkan peneliti terdahulu (Teguh, 1998) mengenai kopolimerisasi cangkang gugus hidrofilik monomer metil metakrilat (MMA) pada polipropilena, yang mana proses pencangkakan dilakukan dengan menggunakan variasi jumlah inisiator benzoil peroksida (BPO), monomer MMA

serta lamanya waktu proses pencangkakan dan suhu proses pencangkakan.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin besar jumlah BPO dan MMA yang ditambahkan serta semakin lama waktu pencangkakan, maka semakin besar persentase pertambahan berat polipropilena. Akan tetapi semakin tinggi suhu pencangkakan semakin kecil persentase pertambahan pencangkakan polipropilena.

## 2. BAHAN DAN METODE

**Lokasi Penelitian,** Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Polimer dan Material, Jurusan Kimia ITB, Bandung untuk pengukuran DTA (*Differential Thermal Analysis*)

**Bahan,** Asam adipat (E-Merck), Polistirena (komersil), Benzoil peroksida (E-Merck), Toluena (E-Merck)

**Peralatan,** Statif, Klem, Labu alas (Pyrex), Neraca analitik (Mettler AE 200), Cawan Petri, Numba, Gelas Beker (Pyrex), Elektromantel, Pendingin bola (Pyrex), Gelas ukur (Pyrex)

### Sintesis kopolimerisasi

1. Sebanyak 2,5 g polistirena, 0,1 g benzoil peroksida, 0,1 g asam adipat dimasukkan ke dalam labu alas lalu direfluks selama 3 jam dengan menggunakan pelarut toluena sebanyak 10 ml pada suhu  $110^\circ\text{C}$ .
2. Hasil kopolimerisasi dituangkan pada cawan petri dan dibiarkan pada udara terbuka. Setelah terbentuk film kopolimer kemudian dikarakterisasi dengan Uji Tarik.
3. Dilakukan dengan cara yang sama untuk asam adipat dengan variasi 0,2g; 0,3g; 0,4g; 0,5g; 0,6g.

### Pembuatan film spesimen kopolimerisasi

Sampel yang diperoleh pada prosedur di atas diletakkan diantara plat aluminium yang berukuran  $15 \times 15$  cm yang terlebih dahulu dilapisi aluminium foil. Plat tersebut diletakkan diantara pemanas mesin cetak tekan yang telah dipanaskan pada suhu  $110^\circ\text{C}$  dengan memberi tekanan 100 KN, lalu kedua plat aluminium segera diambil dan didinginkan dengan air dingin. Perlakuan ini dilakukan untuk setiap sampel.

### Analisis termal dengan DTA

Bahan : Asam adipat 0,6 g.

Alat: DTA, Jurusan Kimia ITB Bandung : Neraca analisis

Cara Kerja :

1. Sampel ditimbang  $\pm 5$  mg.
2. Sampel dimasukkan ke dalam tempat sample

3. Sampel diletakkan pada posisi berdampingan dengan sel referensi.
4. Perangkat analisis dioperasikan dengan temperatur 25°C s/d 200 ° C dan akan didapat grafik aliran *heat flow* terhadap temperatur.
5. Kecepatan pemanasan. 10°C/menit dan gas yang digunakan adalah gas nitrogen.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

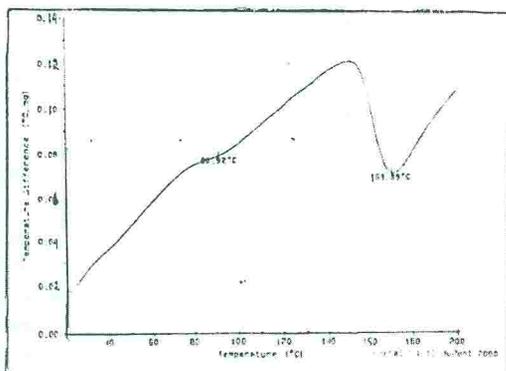
#### Kopolimerisasi Asam Adipat dan Polistirena

Kopolimerisasi cangkok dihasilkan dari polimerisasi polistirena dan asam adipat dengan menggunakan inisialisator benzoil peroksida dan pelarut toluena. Dalam penelitian ini digunakan polistirena komersial dan asam adipat, benzoil peroksida, serta toluena jenis Pa.Merck. Dari polimerisasi diatas diharapkan terbentuknya kopolimerisasi cangkok dan gugus asam adipat pada polistirena yang telah di inisialisasi oleh BPO.

Penambahan asam adipat dilakukan dengan penambahan yang bervariasi di mulai dan 01 s/d 0,6g. Hal ini dilakukan untuk melihat pengaruhnya terhadap kopolimerisasi. Dan hasil kopolimerisasi dilakukan dengan alat *Differential Thermal Analysis* (DTA).

#### Analisis Termal Kopolimerisasi Polistirena dan Asam Adipat

Hasil identifikasi termogram dan kopolimerisasi polistirena dan gugus reaktif asam adipat ditunjukkan pada Gambar 2. Pada termogram tersebut terdapat satu puncak yang menunjukkan dapat terjadinya kopolimerisasi.



Gambar 7: Termogram DTA dari kopolimerisasi polistirena dan asam adipat

Suhu transisi glas (Tg) hasil kopolimerisasi sebesar 90,92°C dan suhu dekomposisi sebesar 169,89°C. Hal ini dimungkinkan telah terjadi pencangkakan gugus COOH dari asam adipat pada polistirena dengan perubahan kalor kopolimerisasi dengan puncak endoterm.

Adanya satu puncak endoterm menunjuk kan kopolimerisasi telah terjadi dari kedua monomer tersebut dengan suhu transisi glass (Tg) dan suhu dekomposisi secara spesifik dapat dilihat pada gambar 7.

### 4. KESIMPULAN

1. Kopolimerisasi cangkok dapat terjadi dari gugus COOH asam adipat pada polistirena dengan inisialisator Benzoil Peroksida (BPO)
2. Sifat kopolimerisasi semakin meningkat dengan penambahan asam adipat
3. Kopolimerisasi cangkok dari gugus COOH dari asam adipat pada polistirena terjadi perubahan kalor kopolimerisasi dengan puncak endoterm pada suhu transisi glas(Tg) kopolimer 90,92°C dan suhu dekomposisi sebesar 169,89°C.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allen, N. S., (1983), *Degradation and Stabilisation of Polyolefins*, App. Sci. Publ. Ltd, London.
- [2] Billmeyer, W. F., (1984), *Textbook of Polymer Science*, 3rd. ed. Jhon Welley and Son, New York.
- [3] Braun, D. Cherdian, H., (1984), *Pactricial Mackromolekuler Organik Chemistry*, Volume 2, Published by Harwood Academic Publisher, Canada.
- [4] Cowd. M. A.,(1991), *Kimia Polimer*, ITB Bandung.
- [5] Hoffman, W., (1989), *Rubber Techology Handbook*, Oxford univeresity Press, New York.
- [6] Kirk - Othner., (1963), *Essential Of Organic Cheistry*, Addison - Wesley Publishing Company, inc, University Of Nerbraska at Lincoln, Canada. Odi, G., (1981), *Principles of Polymerization*, 2nd, Jhon Willey and Sons Inc., New York.
- [7] Parker. S.P., (1984), *Dictionary Of Chemical Terms*. Third edition, USA.
- [8] Seymour (1975), *Modem Plastic Tecnology*. Reston Publishing Company Inc, USA.
- [9] Teguh, Yulius SPP., (1998), *Kopolimerisasi Cangkok Gugus Hidrofilik Monomer Mertilkrlat*.
- [10] Wirjosentono, B., (1993), *Karakterisasi Tarik dan Viskositas intrinsik terhadap Bahan Polivil Klorida Terfatodegradasi*, Laporan Penelitian SPP/DPD, USU, Medan.
- [11] Wirjosentono, B., (1995), *Struktur dan Sifat Mekanis Polimer*, Edisi pertama, intan Dirja Lela Press, Medan.