

MORFOLOGI DAN SIFAT PANAS CAMPURAN POLI  
(ETILEN TEREPTALAT)(PET) DAN POLI (ETILEN NAFTALAT)  
(PEN) (PET/PEN BLEND)

Oleh :

*Wiwik Pudjiastuti \*)*

Abstract

Morphology and thermal properties of strand of PET and PEN blend were investigated using differential scanning calorimeter, X - ray measurement and scanning electron microscope. The PET/PEN blend had almost an amorphous phase and showed definitely a single glass transition. Temperature of the glass transition increased with increasing PEN content. In an amorphous phase, PET is able to be miscible with PEN.

I. PENDAHULUAN

Polimer blend (campuran polimer) adalah salah satu jenis polimer yang dibuat dari dua atau lebih polimer matriks. Penggunaan jenis polimer ini untuk pemakaian khusus pada sektor industri berkembang sangat pesat, sehingga campuran polimer menjadi lahan penelitian terbesar baik di dunia industri itu sendiri maupun pada dunia Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Akhir-akhir ini kebutuhan akan material untuk aplikasi tertentu meningkat dengan pesat, dan campuran polimer merupakan salah satu alternatif yang cukup menjanjikan untuk memperoleh material baru dengan sifat-sifat khusus sesuai dengan kebutuhan industri tanpa harus membuat atau sintesa polimer baru. Secara umum bentuk fisik dari campuran polimer dibagi dalam 3 kelompok yaitu :

- campur sempurna (miscible)
- campur sebagian (partially miscible)

- tidak campur (immiscible).

Dalam hal "immiscible" campuran polimer, satu dari komponen polimer dari campuran (blend) berada pada fasa tersebar dalam berbagai bentuk seperti bulat, memanjang, lonjong atau berupa serat. Sedangkan komponen lain berada pada fasa kontinyu. Dengan kata lain campuran polimer mempunyai struktur seperti laut dan pulau. Karena itu sifat fisik dari campuran polimer sangat dipengaruhi oleh bentuk, ukuran dan macam serta jumlah bentuk-bentuk tersebut pada fasa tersebar, dan ikatan antara dua fasa dari komponen-komponen tersebut. Sedangkan bentuk dan ukuran dari fasa tersebar sangat dipengaruhi oleh kondisi proses. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui morfologi serta sifat-sifat panas dari campuran PET dan PEN dengan menggunakan Differential Scanning Calorimeter (DSC), X-Ray dan Scanning Electron Microscope (SEM).

---

\*) Staf Peneliti  
Balai Pengembangan Pupuk dan Petrokimia  
Balai Besar Industri Kimia.

## II. PERCOBAAN

### II.1. Bahan yang Digunakan

Polimer yang digunakan pada penelitian ini adalah polimer komersial dengan sifat-sifat sebagai berikut :

- Poli (etilen tereftalate) (PET), grade SA 1206 produksi unitika CO, Japan.  
 $T_m = 250\text{ }^\circ\text{C}$   
 $T_g = 70\text{ }^\circ\text{C}$
- Poli (etilen naftalate) (PEN), grade TN 8070, produksi Teijin CO, Japan.  
 $T_m = 265\text{ }^\circ\text{C}$ .

### II.2. Proses Pencampuran

Proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan ekstruder dan campuran keluar berupa benang dengan diameter 2 mm. Sebelum dilakukan pencampuran, dua atau tiga komponen dasar dicampur terlebih dahulu secara komersial untuk selanjutnya dikeringkan dalam oven vakum dengan suhu  $90\text{ }^\circ\text{C}$  selama 12 jam dilanjutkan pemanasan  $140\text{ }^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Komposisi dan kondisi proses ekstrusi dapat dilihat pada Tabel 1. Kondisi proses pencampuran pada ekstruder.

Tabel 1. Kondisi Proses Pencampuran pada Ekstruder

No	Sample	Blends Ratio	Rotator Temp. ( $^\circ\text{C}$ )	Header Temp. ( $^\circ\text{C}$ )	Rate of out put (g/min)
1.	PEN / PET	10/0	290	300	2.165
		8/2			1.925
		6/4			2.605
		5/5			2.605
		4/6			2.390
		2/8			2.780
		0/10			2.190

### II.3. Peralatan yang Digunakan

#### II.3.1. Differential Scanning Calorimeter (DSC).

Sifat panas dari campuran polimer dianalisa menggunakan Perkin Elmer DSC II dengan rate pemanas dan pendinginan  $20\text{ }^\circ\text{C}/\text{menit}$  antara temperatur ruangan ( $27\text{ }^\circ\text{C}$ ) sampai batas atas yang diijinkan. Batas atas temperatur ditentukan dengan kalibrasi menggunakan contoh standar lead dan tin. Temperatur gelas transisi ( $T_g$ ), titik leleh ( $T_m$ ) dan temperatur kristalisasi ( $T_c$ ) dilihat pada kurva DSC. Nilai  $T_c$  dan  $T_m$  diambil berturut-turut dari nilai maksimum

dan minimum puncak gelombang eksotermal dan endotermal.

#### II.3.2. Scanning Electron Microscope (SEM).

Morfologi campuran polimer dievaluasi dengan menggunakan SEM tipe Topcon DS 720. Persiapan yang dilakukan adalah memotong contoh uji dalam nitrogen cair dan ujung yang dipotong dilapisi dengan emas sebelum diuji.

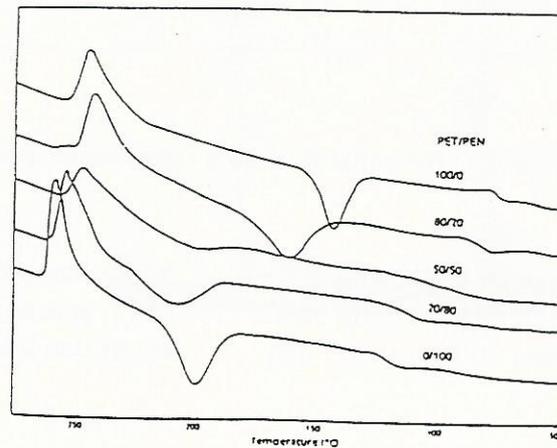
#### II.3.3. X-ray

X-ray yang digunakan adalah jenis WAXD

(Wide Angle X-ray Diffraction). Pengujian dilakukan pada suhu kamar dengan menggunakan generator X-ray dari Rigaku Co. Japan yang mempunyai lubang penembak dari Ni-filter Cu-K $\alpha$  (40 kV, 30 mA). Diagram WAXD diperoleh dengan kamera pelat datar.

### III. Hasil dan Pembahasan

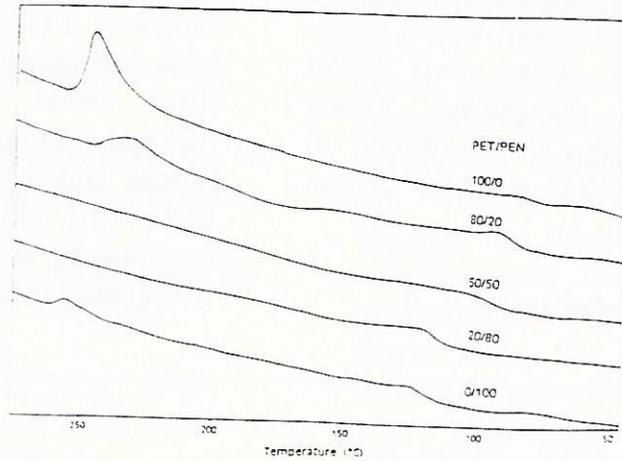
Gambar 1 menunjukkan kurva DSC dari campuran PET/PEN berbagai komposisi pada pemanasan pertama. Dari kurva ini dapat dilihat bahwa campuran pada berbagai komposisi mempunyai satu puncak endotermal yang merupakan titik leleh ( $T_m$ ) dari campuran tersebut, dan satu puncak eksotermal yang merupakan temperatur kristalisasi ( $T_c$ ).



Gambar 1. : Kurva DSC campuran PET/PEN pada pemanasan pertama

Titik leleh ( $T_m$ ) dari PEN murni adalah 260 °C, PET murni 255 °C sedangkan campuran PET/PEN 50/50 adalah 255 °C. Hasil ini menunjukkan bahwa campuran polimer mempunyai titik leleh lebih rendah dari PEN murni dan lebih tinggi dari PET. Titik leleh semakin meningkat dengan semakin meningkatnya kandungan PEN. Dari gambar 1 dapat juga dilihat bahwa temperatur eksotermal maksimal ( $T_c$ ) dari PEN murni adalah 200 °C dan pada campuran akan menjadi semakin rendah dengan berkurangnya kandungan PEN. Campuran PET / PEN hanya mempunyai 1 Tg dan nilainya semakin tinggi dengan semakin banyaknya kandungan PEN.

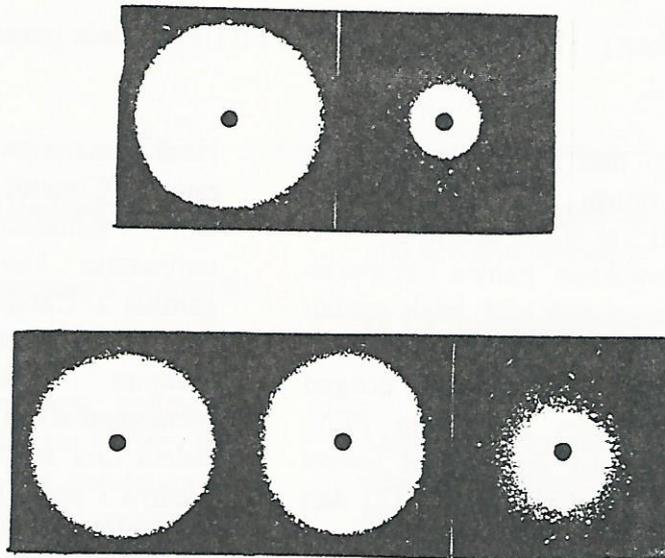
Hasil pemanasan kedua pada DSC dengan rate 20 °C/menit setelah contoh uji meleleh dan didinginkan kembali sampai temperatur kamar dapat dilihat pada gambar 2. Campuran PET/PEN 20/80 dan 50/50 tidak mempunyai puncak eksotermal maupun endotermal. Hal ini menggambarkan bahwa campuran hampir dalam fasa amorf sempurna. Dan dengan adanya 1 buah Tg untuk semua komposisi menunjukkan bahwa PET dan PEN dapat bercampur secara sempurna pada fasa amorf. Tg dari PEN murni adalah sekitar 120 °C dan pada campuran PET/PEN akan semakin rendah dengan berkurangnya kandungan PEN dalam campuran.



Gambar 2. Kurva Differential Scanning Calorimeter pada pemanasan kedua

Gambar 3 memperlihatkan hasil difraksi X-ray dari campuran PET/PEN. Untuk campuran dengan komposisi 20/80, 80/20 dan

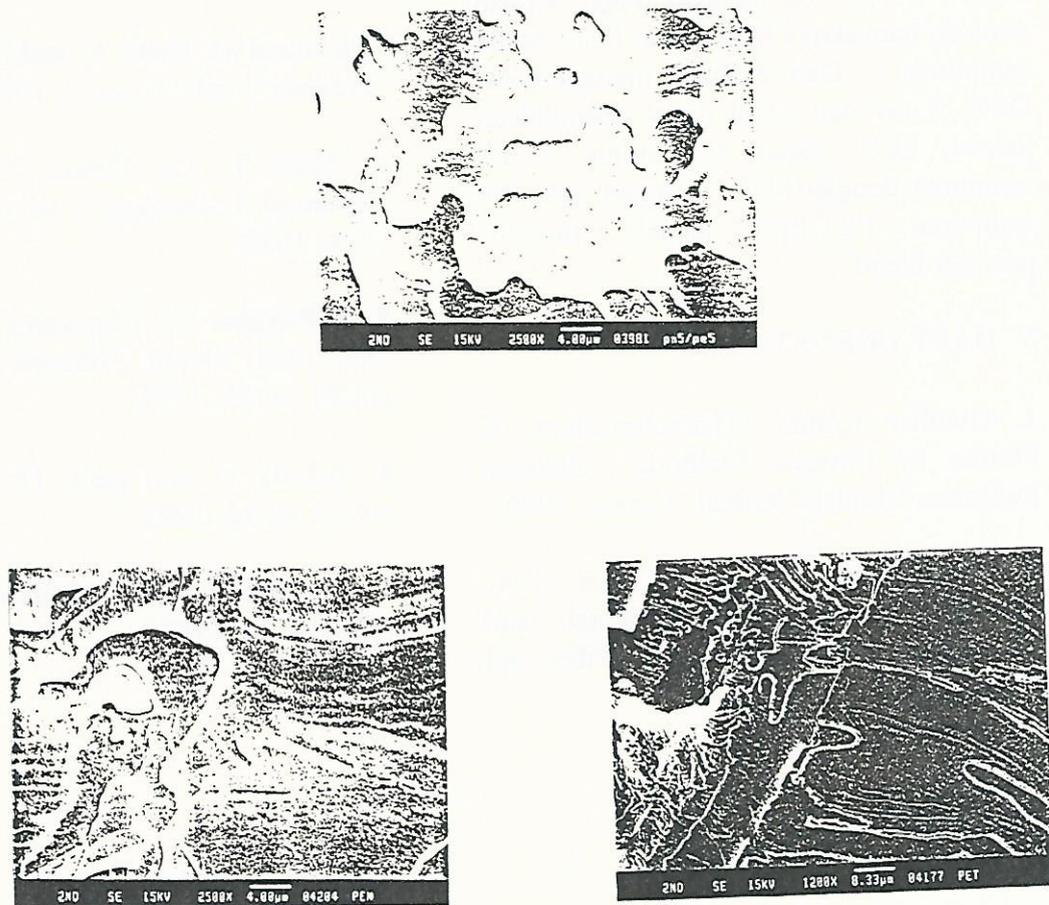
50/50 hampir sama dengan PET maupun PEN murni yaitu mempunyai struktur amorf dan tidak terorientasi.



Gambar 3. : Hasil Difraksi X - ray campuran PET/PEN

Morfologi permukaan melintang dari PET dan PEN murni serta campuran PET/PEN dengan komposisi 50/50 dapat dilihat pada gambar 4. Permukaan PET dan PEN murni

adalah rata dan datar, begitu juga campuran PET/PEN 50/50. Hal ini berarti bahwa struktur PEN, PET murni maupun campuran PET/PEN tidak terorientasi.



Gambar 4. : Gambar SEM potongan permukaan campuran PET/PEN

#### IV. KESIMPULAN

Morfologi dan sifat panas dari campuran PET/PEN sudah dilakukan dengan menggunakan "Differential Scanning Colorimeter" (DSC), X-ray, dan "Scanning Electron Microscope" (SEM). Campuran PET dan PEN hampir mempunyai fasa amorf yang ditunjukkan secara jelas dengan adanya 1 Tg. Tg semakin tinggi dengan semakin banyaknya kandungan PEN dalam campuran. Dari evaluasi menggunakan DSC, X-ray dan SEM dapat disimpulkan bahwa PEN dapat bercampur secara sempurna dengan PET. Dengan kata lain campuran PET/PEN adalah "miscible polymer blend".

#### V. DAFTAR PUSTAKA

1. Gunther Komf, "Characterization of Plastics by Physical Methods", Hanser Publisher, Munich, Jerman, Vienna, 1986.
2. Hatakeyama T and Quinn F.X, "Thermal Analysis, Fundamental and Application to Science", John Wiley and Sons, Singapore, 1994.
3. Kaito, Kyotani M, and nakayama K, "Macromolecules", vol.23, p.1035-1040, 1990.
4. Karel Solc, "Polymer Compatibility and Incompatibility", vol.2, MMI Press, New York, 1982.
5. Kyotani M, Kaito A. and Nakayama K, "Polymer", vol.23, no.22, 1992.
6. Mark T. De Meuse, "Polymer for Advanced Technology", vol.6, p.76 - 82, USA, 1985.
7. Shibayama M, Uenoyama K, Jun-ichi Oura and Shunji Nomura, "Polymer", vol.36, no.25, 1995.
8. Takeda Y. and paul, Dr, "Polymer", vol.32, no.15, 1991.
9. Thomas S. Ellis, "Macromolecules", vol.22, no.2, 1989.

-----ooooo00000oooo-----