

**PENGARUH POLIMER KRISTAL CAIR
(LIQUID CRYSTALLINE POLYMER, LCP)
TERHADAP MORFOLOGI CAMPURAN PET/PEN (PET/PEN BLEND)**

Oleh :

*Wiwik Pudjiastuti *)*

Abstract

The experiment of morphology and thermal properties of ternary polymer blends containing liquid crystalline polymer (vectra) has been done using differential scanning calorimeter, x-ray measurement and scanning electron microscope.

In the case of ternary blends, PET/PEN/LCP (vectra), LCP component were not miscible, with both PEN and PET ones and tended to form fibrous structures in the PET/PEN blend.

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. Tulisan ini merupakan lanjutan dari tulisan yang diterbitkan pada Bulletin edisi XVIII, No.1, April 1996. Dari tulisan tersebut disimpulkan bahwa Poli Etilen Naftalat (PEN) dapat bercampur sempurna (miscible) dengan Poli Etilen Tereftalat (PET). Namun dengan melihat sifat-sifat yang dimiliki oleh campuran tersebut, maka perlu adanya tambahan material baru yang kiranya dapat meningkatkan sifat-sifat dari campuran yang dihasilkan. Salah satu alternatif untuk maksud tersebut adalah dengan penambahan polimer kristal

cair (Liquid Crystalline Polymer, LCP). Penambahan ini didasarkan dari sifat-sifat yang dimiliki oleh material ini (LCP). Polimer kristal cair (LCP) adalah kopoliester aromatik yang tergolong dalam polimer termoplastik dengan struktur order tinggi pada bentuk padat maupun cair. Bahan ini banyak digunakan sebagai bahan pengganti untuk keramik, logam atau plastik komposit karena sifatnya yang tahan terhadap bahan kimia, cuaca, radiasi dan tahan terhadap api. LCP mempunyai grade yang hampir sama dengan gelas dengan kekuatan yang cukup tinggi. Berbeda dengan polimer termoplastik lain, dengan penambahan bahan pengisi (filler) pada alcp dapat menurunkan viskositas bahan yang erat kaitannya dengan kekuatan bahan itu sendiri (LCP). Pada proses cetak tekan (injection molding), LCP dapat dibentuk sebagai lapisan tipis dengan kecepatan yang cukup tinggi. Dapat pula digunakan untuk memperoleh bahan cetakan yang besar, kuat dan mudah di proses, walaupun dengan mesin konvensional.

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

Beberapa jenis LCP yang banyak digunakan adalah :

- Vectra
- Lodrum
- Xydar
- dll.

Vectra sebagai salah satu LCP mempunyai sifat-sifat yang sangat menonjol yaitu :

- Mempunyai viskositas rendah pada kondisi cair, yang berarti menguntungkan jika digunakan pada proses cetak tekan (injection molding), walaupun mempunyai titik leleh tinggi.
- Pada bentuk padat, struktur serat yang dimiliki memberikan sifat fisik khusus yang cukup bagus.
- Kuat tarik dan kelenturan tinggi. Pada suhu ruangan, vectra mempunyai modulus sampai 2,3 juta psi dengan kuat tarik ± 10.000 psi dan elongasi ± 2 % tergantung jumlah bahan pengisi (filler).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan Polimer Kristal Cair (LCP) jenis vectra terhadap morfologi serta sifat-sifat panas campuran PET/PEN dengan menggunakan Differential Scanning Calorimeter (DSC), X-ray dan Scanning Electron Microscope (SEM).

II. PERCOBAAN

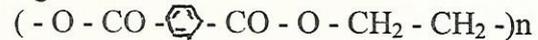
II.1. Bahan yang Digunakan

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

- Poli (etilen tereptalat) (PET), grade SA 1206 produksi Unitika Co, Japan

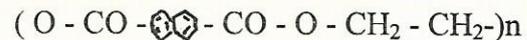
$$T_m = 250 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_g = 70 \text{ }^\circ\text{C}$$



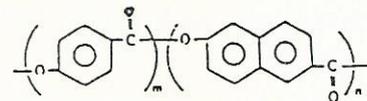
- Poli (etilen naftalat) (PEN), grade TN 8070, produksi Teijin Co, Japan.

$$T = 265 \text{ }^\circ\text{C}$$



- Polimer Kristal Cair (LCP), vectra A 950, LCP (VA), produksi Teijin Co. Japan.

$$T = 280 \text{ }^\circ\text{C}$$



II.2. Proses Pencampuran

Proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan "Co-rotating twin screw extruder" dan campuran keluar berupa benang dengan diameter 2 mm. Sebelum dilakukan pencampuran, tiga komponen dasar dicampur terlebih dahulu secara konvensional untuk selanjutnya dikeringkan dalam oven vakum dengan suhu 90 °C selama 12 jam dilanjutkan pemanasan 140 °C selama 4 jam. Komposisi dan kondisi proses ekstrusi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kondisi proses pencampuran pada ekstruder

No	Komposisi PEN / PET / KP (Va)	Suhu Rotatator (°C)	Suhu Header (°C)	Kecepatan Aliran (g/min)
1.	13,5 / 36,5 / 50	290	300	1,125
2.	25 / 25 / 50			1,210
3.	30 / 30 / 30			1,450
4.	40 / 40 / 20			2,415
5.	45 / 45 / 10			2,550
6.	47,5 / 47,5 / 5			2,650

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 pemanasan dan pendinginan 20 °C/menit antara temperatur ruangan (27 °C) sampai batas atas yang diijinkan. Batas atas temperatur ditentukan dengan kalibrasi menggunakan contoh standar lead dan tin. Temperatur gelas transisi (Tg), titik leleh (Tm) dan temperatur kristalisasi (Tc) dilihat pada kurva DSC. Nilai Tc dan Tm 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.

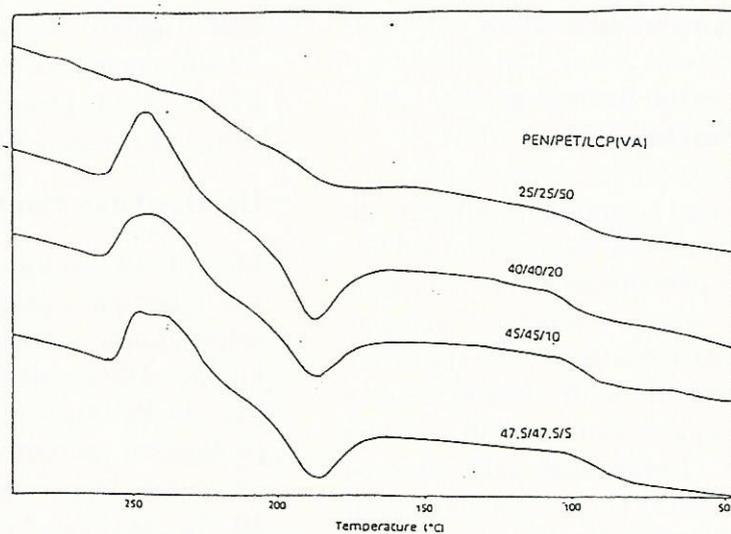
II.3.3. X-ray

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 (40 kv, 30 mA). Diagram WAXD diperoleh dengan kamera pelat datar.

III. Hasil dan Pembahasan

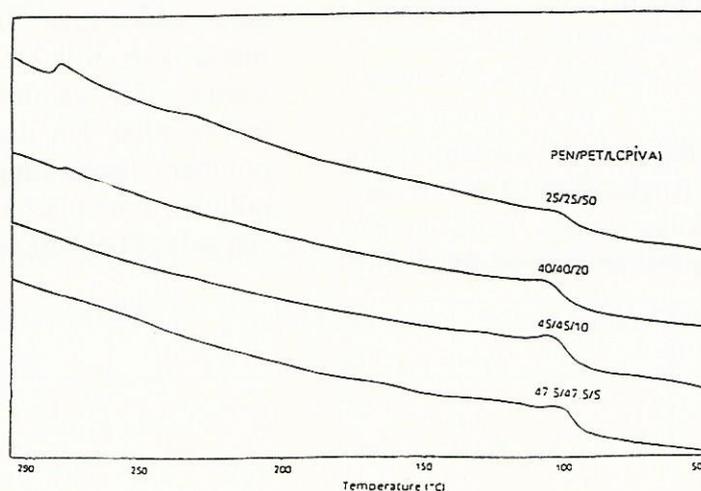
PET/PEN/LCP(Va) blend semua komposisi berupa campuran tak tembus cahaya/buram. Gambar 1 menunjukkan kurva DSC dari campuran PET/PEN/LCP(Va) berbagai komposisi pada pemanasan pertama. Dalam kurva ini, campuran dengan penambahan LCP 5 %, 10 % dan 20 % mempunyai puncak eksotermal yang menunjukkan suhu kristalisasi dari komponen PEN yaitu pada suhu 180 - 190 °C. Puncak ini diikuti 2 puncak endotermal yang menggambarkan bahwa Polimer Kristal Cair (LCP,Va) ini sangat sulit untuk dapat bercampur sempurna dengan PET maupun PEN pada pemanasan pertama. Campuran dengan LCP vectra 50 % (PET/PEN/LCP, 25/25/50) hampir tidak menunjukkan adanya suhu puncak karena kandungan polimer termoplastik (PET/PEN) lebih rendah sedangkan vectra yang ditambahkan semakin banyak. Puncak suhu endotermal kecil sekitar 270 °C merupakan titik leleh (Tm) dari LCP vectra. Dari gambar 1 juga dapat dilihat bahwa nilai Tm dan Tc dari campuran polimer tergantung pada komposisi polimer termoplastik dan LCP. Suhu transisi gelas (Tg) berkisar antara 80 - 120 °C.



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

Selama Pemanasan kedua (gambar 2), campuran PET/PEN/LCP tidak mempunyai puncak eksotermal maupun endotermal baik pada komponen PET maupun PEN. Tg tunggal diperlihatkan pada suhu ± 100 °C. Hasil ini menunjukkan bahwa PEN dan PET dalam campuran tersebut

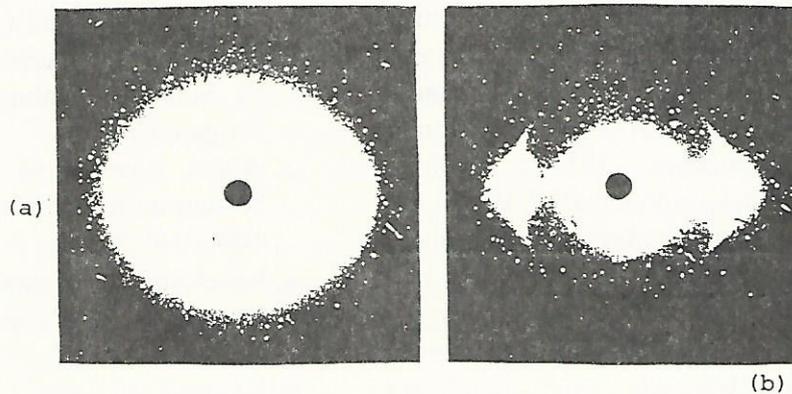
hampir dapat bercampur sempurna, sedangkan puncak kecil pada suhu 278 °C menunjukkan titik leleh (T_m) dari LCP vectra, yang berarti LCP tidak dapat bercampur sempurna dengan kedua polimer termoplastik, PET maupun PEN.



Gambar 2. Kurva DSC campuran PET/PEN/LCP pada pemanasan kedua.

Gambar 3 memperlihatkan hasil difraksi X-ray dari campuran PET/PEN dengan penambahan LCP vectra. Dari gambar difraksi X-ray dapat diindikasikan bahwa campuran PET / PEN / LCP mempunyai

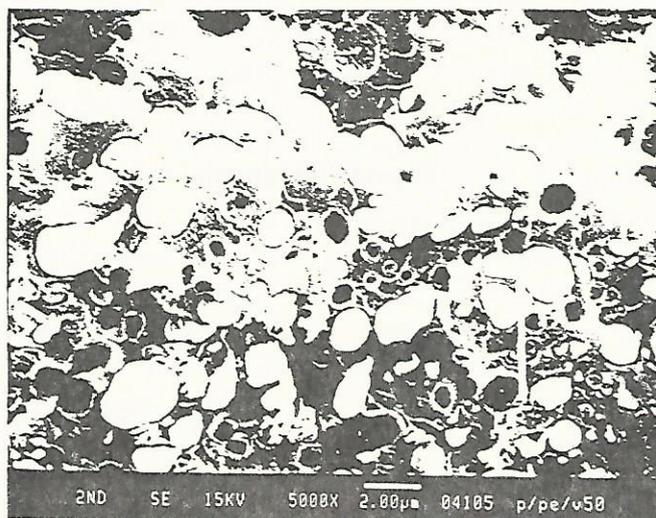
struktur kristal dan terorientasi secara paralel pada arah ekstrusi dan akan semakin terkonsentrasi dengan semakin banyaknya kandungan LCP, walaupun tetap mempunyai derajat orientasi yang sama.



Gambar 3. Hasil Diffraksi X-ray campuran PET/PEN /LCP

Morfologi permukaan melintang dari campuran PET/PEN dengan penambahan LCP dapat dilihat pada gambar 4. Bentuk benang berongga adalah merupakan struktur dari komponen LCP. Hal ini berarti bahwa LCP merupakan polimer berbentuk serat dan terorientasi pada

campuran polimer termoplastik PET/PEN. Dalam campuran ini (PET/PEN/LCP), vectra tidak dapat bercampur sempurna (immiscible dan incompatibel) dengan campuran polimer termoplastik PET/PEN. Diameter rata-rata dari LCP vectra adalah kurang dari $2\mu\text{m}$



Gambar 4. Gambar SEM potongan permukaan melintang campuran PET/PEN/LCP

IV. KESIMPULAN

Pengaruh penambahan Polimer Kristal Cair (Liquid Crystalline Polymer,LCP) dilakukan dengan melihat pengaruhnya terhadap morfologi dan sifat panas dari campuran tiga polimer yaitu PET/PEN/LCP dengan menggunakan "Differential Scanning Calorimeter" (DSC), X-ray dan "Scanning Electron Microscope" (SEM). Dalam campuran tiga komponen PET/PEN/LCP, ternyata LCP jenis vectra tidak dapat bercampur sempurna (immiscible) baik dengan PET maupun dengan PEN dan mempunyai kecenderungan membentuk serat. Kecenderungan ini memegang peranan penting sebagai penguat ikatan pada campuran polimer termoplastik PET/PEN. Campuran PET/PEN/LCP mempunyai struktur kristal dan terorientasi secara paralel pada arah ekstrusi dan semakin terkonsentrasi dengan semakin banyaknya kandungan LCP.

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-inchi Oura and Shunji Nomura, "Polymer", vol.36, no.25, 1995.
8. Takeda Y, and Paul, Dr, "Polymer", vol.32no.15, 1991.
9. Thomas S, Ellis, "Macromolecules", vol.22, no.2, 1989.

-----00000000000000000000-----