

## PENGARUH PENAMBAHAN *LIQUID NATURAL RUBBER* PADA *POLYBLEND ELASTOMER TERMOPLASTIK - POLIPROPILEN*

Deswita, Sudirman, Aloma Karo Karo dan Indra Gunawan

Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN) - BATAN  
Kawasan Puspiptek, Serpong 15314, Tangerang

### ABSTRAK

**PENGARUH PENAMBAHAN *LIQUID NATURAL RUBBER* PADA *POLYBLEND ELASTOMER TERMOPLASTIK-POLIPROPILEN*.** Telah dilaksanakan penelitian pengaruh penambahan *Liquid Natural Rubber (LNR)* pada *polyblend Elastomer Thermoplastik (ETP)* - Polipropilen (PP) yang bertujuan untuk mendapatkan *ETP* yang unggul yang dapat diterima oleh kalangan Industri, khususnya industri *automotive*. Metode yang digunakan adalah metode *blending* yang dilakukan pada sekitar suhu leleh dari PP yaitu 180°C. *ETP* yang digunakan berbasis karet alam yang dicampur dengan monomer metil metakrilat melalui teknik radiasi sinar gamma. Selanjutnya dilakukan pencampuran *polyblend ETP-PP* (70 % berat PP) dengan variasi komposisi *LNR* 0 % berat, 3 % berat, 5 % berat, dan 7 % berat. Kemudian dilakukan karakterisasi meliputi densitas, sifat mekanik, sifat fisik dan strukturmikro. Hasil yang diperoleh menunjukkan densitas dari *polyblend* yang terbentuk semakin meningkat dengan penambahan *LNR*. Untuk uji mekanik hasil terbaik didapatkan pada penambahan *LNR* 3 % berat, hal ini juga didukung data strukturmikro dimana pada penambahan *LNR* 3 % berat ini pola yang dihasilkan lebih teratur (homogen) dan *rigid*.

**Kata kunci :** Termoplastik Elastomer, Polipropilen, *LNR*, *Blending*.

### ABSTRACT

**EFFECT OF LIQUID NATURAL RUBBER ADDITION ON THE POLYBLEND ELASTOMER THERMOPLASTIC-POLYPROPYLENE.** Effect of the *Liquid Natural Rubber (LNR)* addition on the *Polyblends Elastomer Thermoplastic (ETP) / Polypropylene (PP)* has been done. The aim of this research is to obtain pre-eminent *ETP* which could be received by industry especially, automotive industry. The experiment was done around the melting point of PP at 180 °C by using *blending* method. *ETP* based natural rubber was mixed with methyl metacrilat monomer using gamma-rays radiation technique. After that, *polyblends ETP-PP* with 70 weight percent of PP mixed with *LNR* variation of 0, 3, 5, and 7 weight percent. The specimens were characterized its/their physical and mechanical properties, density and microstructure. The result shows that the density of *polyblends* increased by increasing *LNR* addition. The specimen with 3 weight percent *LNR* showed the highest value of mechanical properties. This is supported by microstructure data which show more regular and homogenous grains.

**Key words :** Elastomer Thermoplastic, Polypropylene, *Liquid natural rubber*, *Blending method*

### PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara penghasil karet alam terbesar di dunia dengan total produksi sekitar 1,4 juta ton per-tahun. Karet alam adalah elastomer alam yang berat molekulnya relatif sangat tinggi dan berpotensi untuk pembuatan elastomer termoplastik (*ETP*) yang banyak diaplikasikan pada industri automotif dan peralatan rumah tangga. *Elastomer Thermoplastic (ETP)* merupakan salah satu polimer yang bersifat elastis dan termoplastis, dan telah lama dimanfaatkan dalam keperluan sehari-hari, serta pemakaiannya semakin meningkat setiap tahunnya karena memiliki keunggulan

dibandingkan vulkanizat elastomer, seperti tidak memerlukan *crosslink agent*, proses pengerjaan lebih sederhana dan berlangsung lebih cepat serta barang jadinya dapat didaur ulang [1,2].

Untuk memenuhi kebutuhan yang tinggi akan *ETP* maka Indonesia setiap tahunnya mengimpor bahan *ETP* dari luar negeri. Impor *ETP* ini menyebabkan harga *ETP* sangat mahal. Menurut data BPS, Indonesia telah mengimpor bahan *ETP* sebanyak 68.620 ton pada tahun 1994. Sementara peluang membuat *ETP* dari karet alam masih sangat terbuka [3,4]. Berdasarkan hal-hal

tersebut diatas maka sudah waktunya pembuatan ETP dilakukan dengan bahan dasar dari karet alam yang melimpah di Indonesia, sekaligus meningkatkan nilai tambah untuk karet alam.

Pada penelitian sebelumnya telah dibuat elastomer termoplastik secara iradiasi dari campuran bahan karet alam dan metilmetakrilat kemudian di *blending* dengan polipropilen (PP) dengan hasil terbaik pada *fraksi volume* 70% PP [5]. Tapi hasil yang diperoleh belum maksimal (belum homogen), *polyblend* tidak bercampur secara sempurna antara paduan-paduan yang menyebabkan tarikan fisik menjadi lemah pada batas fasa, dan dapat menimbulkan fasa di bawah tekanan tertentu yang berakibat timbulnya sifat-sifat mekanik yang kurang baik. Untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan kompatibiliser yang berguna untuk meningkatkan kompatibilitas dari *polyblend* sehingga dapat meningkatkan homogenitas dan sifat fisik serta mekanik *polyblend* [6,8].

Bahan-bahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kompatibilitas adalah *Liquid Natural Rubber (LNR)* atau *P-(hexafluoro-2-hydroxyisopropyl) styrene* [8,9]. Dalam penelitian ini digunakan LNR karena mudah didapatkan. LNR merupakan depolimerisasi karet alam, yang mempunyai rantai polimer yang lebih pendek dan sangat reaktif sebagai *cross linking*. LNR digunakan sebagai kompatibiliser sehingga dapat menambah daya rekat antara polimer-polimer yang bercampur [10,12].

Pada penelitian ini digunakan juga polipropilen (PP) karena bahan ini adalah bahan polimer komersial yang diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik dan mekanik elastomer termoplastik [13,14]. Diharapkan pencampuran antara ETP dengan polipropilen dan penambahan kompatibiliser yang dilakukan secara *blending*, akan menghasilkan *polyblend ETP* yang lebih baik sifat mekanik dan fisiknya sehingga diperoleh *polyblend* sebagai bahan industri yang memenuhi syarat.

## METODE PERCOBAAN

### Bahan

Elastomer termoplastik hasil iradiasi dengan dosis optimal dari Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi-BATAN [15], Polipropilen (PP) dari PT Tri Polyta Indonesia, Tbk, Cilegon, *Liquid Natural Rubber (LNR)*, aseton dan nitrogen cair.

### Alat-alat

Laboplastomill/Haake model RHEOMIX 3000/3010, yang ada di Pertamina untuk *blending*,

mesin *Hydraulic press* untuk mencetak bahan menjadi lembaran film, Stograph R-1 buatan Toyoseiki dan Co, Jepang untuk uji kekuatan tarik, *STA (Simultan Thermal Analisis)* untuk mengetahui perubahan termal, *SEM (Scanning Electron Microscope)* untuk melihat strukturmikro dan *picnometer* untuk uji densitas.

Selain peralatan utama di atas, dalam penelitian ini digunakan peralatan bantu lainnya seperti: *baker* gelas, labu takar, pinset, gelas piala, sendok takar dan timbangan digital.

### Cara Kerja

Pembuatan LNR dengan cara mencampurkan karet alam dengan pelarut organik toluen sampai semua karet alam larut dalam toluen dan disimpan dalam wadah tertutup.

Persiapan cuplikan, cuplikan yang digunakan adalah hasil karakterisasi terbaik dari penelitian sebelumnya yaitu pada komposisi pencampuran PP 70% berat [5].

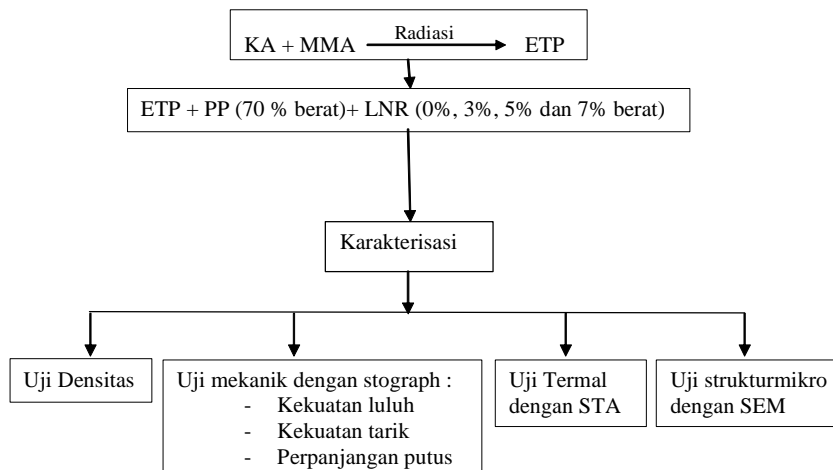
Kondisi *blending*, alat laboplastomill/Haake yang digunakan berkapasitas 250 g, suhu *blending* 180°C, *Rpm* = 30 dan waktu *blending* selama 10 menit. Alat *laboplastomill* dibersihkan dahulu dengan larutan aseton guna menghindari impuritas saat sintesis bahan. Kemudian dilakukan proses mencampurkan ETP dalam bentuk lembaran film yang sebelumnya telah dicampur dengan Metil Metakrilat (MMA) serta sudah mengalami proses radiasi dengan dosis optimal [5], polipropilen (PP) serta LNR menggunakan *laboplastomill*.

Pertama-tama PP di masukkan kedalam *laboplastomill* yang telah *disetting* pada suhu 180°C dengan proses giling 4 menit sampai semua menjadi gel (setelah torsi turun, homogen), kemudian di masukkan ETP yang berbentuk lembaran film dengan poses giling selama 3 menit dan terakhir dimasukkan LNR selama 3 menit. Homogen tercapai ditunjukkan dengan torsi yang stabil. Selanjutnya diulangi untuk komposisi LNR yang berbeda 0 % berat, 3 % berat, 5 % berat dan 7 % berat.

Bahan hasil *blending* kemudian dicetak dengan menggunakan *press* panas (*Hydraulic hot press*) pada suhu 180 °C dengan waktu *press* 5 menit dengan tekanan 150 Kg/cm<sup>2</sup>. Setelah dipress panas, alat cetak film dimasukkan dalam alat *press* dingin (*Hydraulic press 16T*).

Selanjutnya dilakukan karakterisasi meliputi sifat mekanik (kekuatan tarik, kekuatan luluh dan perpanjangan putus), densitas dengan *picnometer*, sifat termal dengan *STA/TGA*, dan strukturmikro dengan alat *SEM*.

Skema pembuatan dan karakterisasi dalam penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema pembuatan dan pengujian polyblend ETP - PP dengan LNR (0 %berat, 3 %berat, 5 %berat dan 7 %berat)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Densitas

Densitas diukur dengan metode piknometer, artinya densitas dibandingkan terhadap air. Tabel 1 memperlihatkan densitas cuplikan hasil pengukuran dan teoritis [10]. Dimana densitas teoritis harganya lebih tinggi dibandingkan densitas pengukuran, hal ini dikarenakan pada densitas teoritis dianggap tidak ada rongga pada setiap komposisi polyblend.

Tabel 1. Densitas dari ETP, PP dan campuran dengan variasi LNR

No	Sampel	Densitas g/cm <sup>3</sup>	Densitas Teoritis g/cm <sup>3</sup>
1	Air	1,0300	1,0000
2	ETP	0,8944	
3	PP	0,7789	0,902-0,906
4	ETP+PP+LNR0%	0,7253	0,9438
5	ETP+PP+LNR3%	0,8618	0,9564
6	ETP+PP+LNR5%	0,8186	0,9647
7	ETP+PP+LNR7%	0,8806	0,9731

Bila dicermati dari Tabel 1 diatas, densitas polyblend akan meningkat sesuai dengan pertambahan konsentrasi dari kompatibiliser LNR. Hal ini disebabkan oleh karena penambahan LNR ke dalam polyblend ETP-PP dapat menurunkan tegangan permukaan pada komponen blending sehingga dapat mempersatukan kedua bahan yang bercampur dan mengakibatkan kerapatan yang terbentuk semakin padat serta pori-pori yang terbentuk semakin mengecil. Hal ini berarti reaksi blending yang terjadi antara rantai polimer semakin sempurna.

Pada penambahan LNR 5 %berat, densitas mengalami penurunan. Hal ini kemungkinan disebabkan

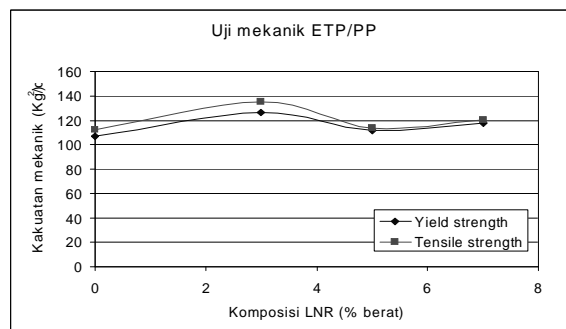
kemungkinan reaksi antar polimer belum sempurna sehingga masih terdapat pori-pori.

### Sifat Mekanik

Gambar 2 dan Gambar 3 memperlihatkan pengukuran sifat mekanik meliputi yield strength (kekuatan luluh), tensile strength (kekuatan tarik) dan elongation at break (perpanjangan putus) dari cuplikan ETP dengan PP pada komposisi 70 %berat dengan penambahan variasi komposisi LNR 0 %berat, 3 %berat, 5 %berat dan 7 %berat.

Yield strength adalah kekuatan bahan terhadap deformasi plastik. Gambar 2 menunjukkan bahwa harga yield strength bertambah besar dengan bertambahnya LNR dan mencapai optimum pada penambahan LNR 3 %berat, selanjutnya cenderung turun pada penambahan LNR 5 %berat dan 7 %berat. Hal ini kemungkinan, penambahan LNR yang semakin banyak menyebabkan keterikatan satu bahan dengan yang lainnya menjadi berkurang.

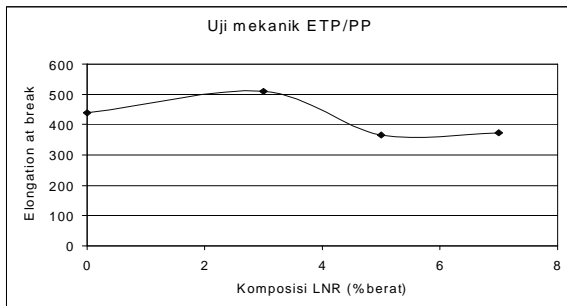
Tensile strength adalah kemampuan bahan untuk menerima beban tanpa menjadi rusak atau putus. Tensile strength suatu bahan ditetapkan dengan membagi gaya maksimum dengan luas penampang mula-mula sebelum



Gambar 2. Hasil pengukuran uji mekanik cuplikan campuran ETP - PP dengan variasi komposisi LNR.

terdeformasi. Gambar 2 menunjukkan bahwa kekuatan tarik mengalami peningkatan dengan penambahan LNR dan mencapai optimum pada penambahan LNR 3 %berat. Penambahan LNR yang lebih banyak tidak menimbulkan peningkatan melainkan cenderung turun, hal ini disebabkan oleh ikatan sesama bahan kompatibiliser yang berlebih relatif lemah.

*Elongation at Break* merupakan pertambahan panjang dari spesimen uji oleh karena beban penarikan sampai sesaat sebelum spesimen uji tersebut mengalami perpatahan. Gambar 3 menunjukkan bahwa perpanjangan putus akan meningkat dengan penambahan LNR dan mencapai nilai optimum pada penambahan LNR 3 %berat. Semakin banyak penambahan LNR akan menyebabkan nilai perpanjangan putus semakin menurun, hal ini disebabkan karena penambahan LNR yang berlebih mengakibatkan terhalangi bersatunya dua bahan yang akan bercampur sehingga bahan tersebut menjadi tidak ulet.



Gambar 3. Hasil uji mekanik *elongation at break* ETP - PP dengan penambahan variasi komposisi LNR.

### Uji Termal

Uji termal dilakukan untuk mengetahui titik leleh dan suhu dekomposisi dari cuplikan. Titik leleh

ditentukan dengan *Differential Thermal Analysis (DTA)* dan suhu dekomposisi ditentukan dengan *Thermogravimetric Analysis (TGA)*.

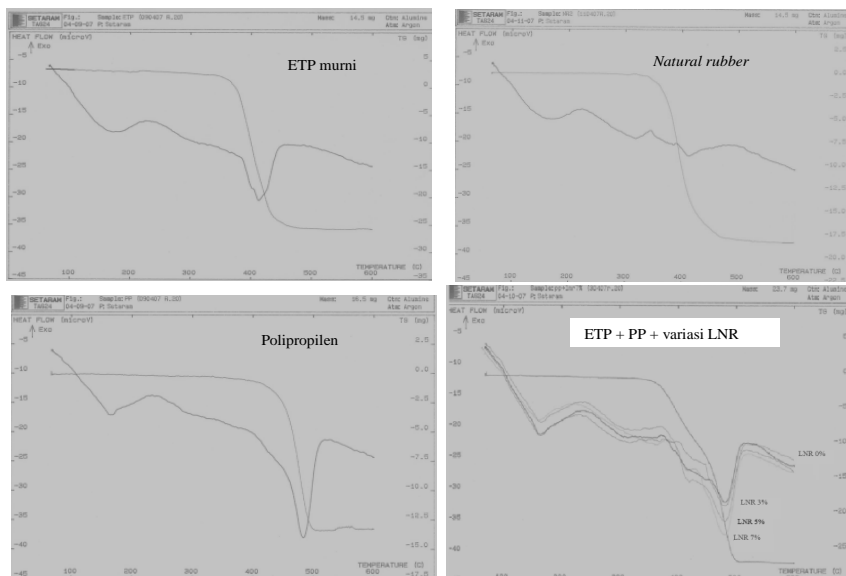
Pada Gambar 4 termogram ETP murni dan *natural rubber* tidak menunjukkan adanya puncak pelelehan (puncak pertama), hal ini disebabkan karena ETP murni dan *natural rubber* bersifat amorf [10]. Untuk PP dan *polyblend ETP-PP* puncak pertama yang menunjukkan titik leleh terlihat pada suhu 175 °C, hal ini merupakan suhu leleh rata-rata dari PP. Sedangkan puncak kedua pada suhu diatas 400 °C menunjukkan suhu degradasi.

Dengan penambahan PP campuran ETP akan mengalami pergeseran suhu degradasi kearah lebih tinggi dari suhu sekitar 400 °C menjadi 500 °C, ini berarti bahwa PP telah berhasil meningkatkan sifat termal dari bahan ETP [5]. Penambahan LNR pada penelitian ini ternyata tidak mempengaruhi sifat termal dari *polyblend ETP - PP*.

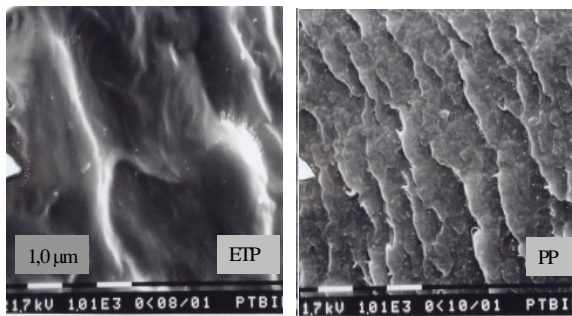
### Struktur mikro

Analisis struktur mikro dengan menggunakan alat SEM dimaksudkan untuk mengetahui struktur mikro dari *polyblend ETP - PP* setelah mengalami penambahan LNR.

Struktur mikro dari ETP pada Gambar 5 menunjukkan permukaan yang berbeda dengan PP, dimana pada PP permukaannya lebih tajam/getas dibandingkan ETP ini dikarenakan ETP masih bersifat elastomer sehingga permukaan lebih *soft* dibanding PP. Dengan *blending ETP - PP* maka permukaan yang dihasilkan adalah perpaduan antara ETP dan PP dengan pola patahan dari PP dan gumpalan dari ETP masih terlihat (Gambar 6a).

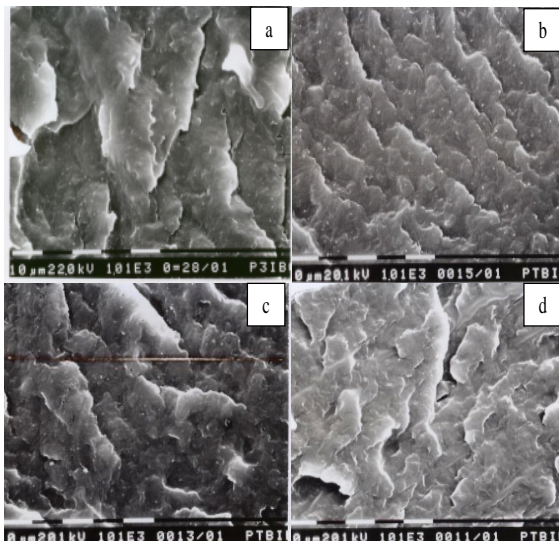


Gambar 4. Hasil termogram uji termal dengan menggunakan alat STA/TGA dalam keadaan murni dan campuran



Gambar 5. Hasil stukturmikro dari ETP dan PP murni dengan pembesaran 1000 kali

Untuk memperbaiki sifat ETP - PP ditambahkan LNR seperti Gambar 6b, Gambar 6c dan Gambar 6d. Dari Gambar 6 terlihat bahwa penambahan LNR 3 %berat (Gambar 6b) menunjukkan permukaan yang lebih kompak dan lebih rigid dibandingkan Gambar 6c dan Gambar 6d. Hal ini juga didukung oleh data uji mekanik, dimana pada penambahan LNR 3 %berat uji mekanik menunjukkan hasil yang terbaik. Dengan ini dapat dikatakan bahwa LNR yang ditambahkan bisa berfungsi sebagai kompatibiliser antara ETP dan PP.



Gambar 6. Hasil stukturmikro dari polyblend ETP - PP dengan variasi konsentrasi LNR, (a). polyblend ETP - PP tanpa LNR, (b). polyblend ETP - PP dengan LNR 3 %berat, (c). polyblend ETP - PP dengan LNR 5 %berat dan (d). polyblend ETP - PP dengan LNR 7 %berat.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa densitas semakin besar dengan bertambahnya konsentrasi *Liquid Natural Rabber* (LNR) dan penambahan LNR terhadap polyblend ETP-PP bisa berfungsi sebagai kompatibiliser. Sifat mekanik dan stukturmikro yang lebih baik diperlihatkan oleh polyblend ETP-PP dengan penambahan 30 % berat LNR.

## DAFTARACUAN

- [1] HANAFI ISMAIL, J. M. NIZAM and H. P. S. ABDUL KHALIL, *Polymer Testing*, **20** (2001)125-133
- [2] IBRAHIM.A., DAHLAN.M., *Prog. Polym.Sci.*, **23** (1998)665-706.
- [3] TING, E. P., PEARCE E.M. And KWEI,T.K., *J. Polym. Sci. Polym. Lett. Ed.*, **18** (1990) 201.
- [4] COLEMAN, M.M., GRAF, J.F., And PAINTER, P., *Technomic.*, **20** (1991).
- [5] DESWITA, SUDIRMAN, ALOMA KARO KARO, SUGIK S dan ARI H, *J. Sains Materi Indonesia*, **8** (2006)52-57
- [6] MASCIA L., *Thermoplastics, Materials Engineering*, Elsevier Applied Science, London, (1989).
- [7] HAFELI,U.O., CASILLAS, S., DIETZ, D.W., PAUER,G.J., RYBICKI,L.A., CONZONE, S.D., and Day, D.E., *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.*, **44** (1999) 189-199.
- [8] H. M. DAHLAN, M. D. KHAIRUL ZAMAN and A. IBRAHIM, *Polymer Testing*, **21** (2002) 905-911
- [9] ORDER, S.E., SIEGEL, J.A. LUSTIG, R.A. PRINCIPATO, T.E., ZEIGER, L.S., JOHNSON, E., ZHANG, H., LANG, P, PILCHIK, N.B., METZ, J. DeNittis, A., BOERNER, P., BEUERLEIN, G. WALLNER, P.E., *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.*, **30** (1994) 715-720.
- [10] BILLMEYER, F.W., *Textbook of Polymer Science*, Ed 3, John Wiley A Sons, Inc, New York, (1984)
- [11] AZIZAN AHMAD, DAHLAN MOHD, IBRAHIM ABDULLAH, *Iranian Polymer Journal*, Iran, **14** (2005).
- [12] H. M DAHLAN, M. D. KHAIRUL ZAMAN and A. IBRAHIM, **64** (2002) 429-436
- [13] JOSEPH C.SALAMONE, *Polymeric Materials Encyclopedia*, **1**, CRC Press, New York, (1996).
- [14] ELLIOT, D.J. and TINKER, A.J., *Natural Rubber Science and Technology*, Oxford University Press, Oxford, (1988) 327
- [15] MARGAUTAMA, KADARIJAH, HERWINARNI, MADE SUMARTI dan F.X. MARSONGKO, *Pembuatan Elastomer Termoplastik Karet Alam dengan Metode Polimerisasi Iradiasi*, Simposium Nasional – Himpunan Polimer Indonesia, Jakarta, (1995)