

PENGEMBANGAN ELASTOMER TERMOPLASTIK BERBASIS KARET ALAM DENGAN POLIETILEN DAN POLIPROPILEN UNTUK BAHAN INDUSTRI

Deswita, Sudirman, Aloma Karo Karo, Sugik Sugiantoro dan Ari Handayani

Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN) - BATAN

Kawasan Puspipstek, Serpong 15314, Tangerang

ABSTRAK

PENGEMBANGAN ELASTOMER TERMOPLASTIK BERBASIS KARET ALAM DENGAN POLIETILEN DAN POLIPROPILEN UNTUK BAHAN INDUSTRI. Telah dilakukan penelitian pengembangan elastomer termoplastik (ETP) berbasis karet alam untuk penggunaan industri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk dapat mengembangkan produk ETP yang telah dihasilkan dari karet alam menjadi bahan yang unggul dan dapat diterima oleh industri. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan proses *blending* antara ETP berbasis karet alam dengan polietilen (PE) dan ETP dengan polipropilen (PP). Proses *blending* dilakukan pada suhu 160 °C untuk PE dan 200°C untuk PP, waktu 10 menit dan putaran 30 rpm. Variasi komposisi PE dan PP yang digunakan adalah 40 % berat, 50 % berat, 60 % berat dan 70 % berat. Karakterisasi cuplikan yang dilakukan meliputi sifat mekanik, sifat fisik dan strukturmikro. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa uji mekanik campuran ETP dengan PE dan ETP dengan PP semakin meningkat sebanding dengan kenaikan kandungan PE maupun PP. Campuran ETP dengan PP mempunyai sifat mekanik, fisik dan termal yang lebih baik dibandingkan campuran ETP dengan PE. Suhu degradasi campuran ETP dengan PE dan campuran ETP dengan PP masing-masing sebesar 400 °C dan 500 °C.

Kata kunci : Elastomer termoplastik, karet alam, proses *blending*

ABSTRACT

THE DEVELOPMENT OF THERMOPLASTIC ELASTOMER BASED ON NATURAL RUBBER WITH POLYETHYLENE AND POLYPROPYLENE FOR INDUSTRIAL MATERIALS. Development of elastomer thermoplastic (ETP) based on the natural rubber has been done. The aim of this study is to develop the ETP product made from nature rubber to be accepted by industry. The sample preparation of ETP with polyethylene (PE), and ETP with polypropylene (PP) were done using blending process method at 160 and 200 °C respectively, for 10 minutes and 30 rpm. The variation of PE and PP composition was 40, 50, 60 and 70 weight %. The characterization of the samples included mechanical and physical properties, and microstructure. The results showed that the tensile strength of ETP with PE and ETP with PP mixing increased with addition of PP and PE. The mixture of ETP with PP has better mechanical, physic and thermal properties than the mixture of ETP and PE. The degradation temperature between mixture of ETP with PE and ETP with PP were 400 °C and 500 °C respectively.

Key words : Thermoplastic elastomer, natural rubber, blending process

PENDAHULUAN

Elastomer Termoplastik (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]. Karet alam adalah elastomer alam yang berat molekulnya relatif tinggi dan oleh karena itu sulit dicetak panas tanpa perlakuan khusus. Karet alam merupakan salah satu bahan untuk membuat elastomer termoplastik yang diolah dengan cara konvensional atau teknik radiasi.

Indonesia adalah salah satu negara penghasil karet alam dunia dengan produksi sekitar 1,4 juta ton per-tahun. 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].

Pada penelitian sebelumnya telah dibuat elastomer termoplastik secara iradiasi dari campuran bahan karet alam dan metil metakrilat, namun ETP yang diperoleh masih bersifat terlalu elastis sehingga perlu ditingkatkan sifat mekaniknya sehingga dapat diaplikasikan sesuai dengan fungsinya seperti bumper dan lain-lain.[3-5]

Polietilen (PE) dan polipropilen (PP) adalah bahan polimer komersial yang dapat diharapkan untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik elastomer termoplastik, karena bersifat termoplastik dan kuat. Diharapkan pencampuran antara ETP dengan polietilen atau polipropilen yang dilakukan secara *blending* akan menghasilkan *poliblend* dengan sifat mekanik dan fisik yang lebih baik dibanding ETP sebelumnya, namun harus memperhatikan kompatibilitas antara polipropilen atau polietilen dengan karet alam dalam ETP sehingga pencampuran terjadi secara homogen [6,7,8,9].

P-(hexafluoro-2-hydroxyisopropyl)styrene, atau *Liquid Natural Rubber (LNR)* adalah salah satu bahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kompatibilitas tersebut [1,7]. Maka penelitian dalam rangka pemamfaatan *LNR* sebagai *compatinilizer poliblend* ETP dan PE atau PP perlu dilakukan. Dalam makalah ini dilaporkan hasil penelitian pendahuluan dalam rangka pengembangan elastomer termoplastik (ETP) berbasis karet alam untuk penggunaan industri. Pembahasan difokuskan pada pengaruh penambahan PE atau PP terhadap sifat mekanik dan sifat fisik *poliblend* ETP.

METODE PERCOBAAN

Bahan

Elastomer termoplastik hasil iradiasi dengan dosis optimal dari PATIR - BATAN [3], Polietilen dan Polipropilen dari PT Tri Polyta Indonesia, Tbk.

Alat

Haake yang ada di Pertamina, Stograph R-1 untuk uji tarik, Shore-A untuk uji kekerasan, *STA (Symultan Thermal Analyzer)* dan *SEM (Scanning Electron Microscope)*, dan piktometer.

Cara Kerja

Pelaksanaan *blending* antara termoplastik elastomer (ETP), polietilen (PE) dan polipropilen (PP) dengan variasi komposisi %berat, seperti tertera pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Variasi komposisi %berat, ETP,PE dan PP

Sampel	Komposisi (%)		Sampel	Komposisi (%)	
	ETP	PE		ETP	PP
ETP	100	0	ETP	100	0
PE1	70	30	PP1	70	30
PE2	60	40	PP2	60	40
PE3	50	50	PP3	50	50
PE4	40	60	PP4	40	60
PE	0	100	PP	0	100

Polimer termoplastik elastomer dalam bentuk lembaran film, dipanaskan sambil diputar sampai berubah

bentuk dari padat menjadi gel di dalam *haake*, kemudian ditambahkan polietilen (PE) persentase berat yang berbeda-beda, diaduk sampai merata. *Haake* yang digunakan berkapasitas 250 g, dengan kondisi *blending* sebagai berikut:

Blending PP

Rpm = 30, Suhu *blending* = 220 °C selama 10 menit. Sebanyak 250 gram PP dimasukkan ke dalam mesin *Haake* yang telah disetting pada suhu 200 °C dengan proses giling selama 10 menit.

Blending ETP

Rpm = 30, Suhu *blending* = 160 °C selama 6 menit. Sebanyak 250 gram ETP (Karet alam dan Metil Metakrilat (MMA) diiradiasi bersama-sama) dimasukkan ke dalam mesin *Haake* yang telah disetting pada suhu 160 °C dengan proses giling selama 6 menit.

Blending Campuran PP dan ETP

Campuran PP dan ETP divariasi komposisinya sebagai berikut : Komposisi I (PP1), 175 gram ETP ditambahkan 75 gram PP. Komposisi II (PP2), 150 gram ETP ditambahkan 100 gram PP. Komposisi III (PP3), 125 gram ETP ditambahkan 125 gram PP. Komposisi IV (PP4), 100 gram ETP ditambahkan 150 gram PP.

Setiap komposisi dimasukkan ke dalam mesin *Haake* yang telah disetting pada suhu 180 °C selama 8 menit. Pertama sampel PP dimasukkan ke dalam *Haake* yang diaduk selama 3 menit pada suhu 180 °C (setelah torsi turun, homogen) kemudian ditambahkan ETP dan diaduk selama 5 menit pada suhu 180 °C, homogen tercapai yang ditunjukkan dengan torsi yang stabil.

Bahan hasil *blending* kemudian dicetak dengan menggunakan *press* panas (*Hydraulic hot press*) pada suhu 200°C untuk PP, 160°C untuk PE dan 130°C untuk ETP dengan waktu *press* 5 menit, serta tekanan 150 Kg/cm². Setelah dipress panas, alat cetak film dimasukkan dalam alat *press* dingin (*Hydraulic press a/s 16T*)

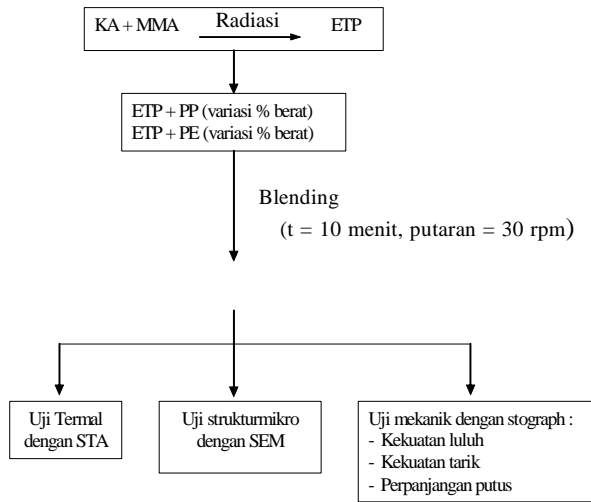
Selanjutnya dilakukan karakterisasi meliputi ; sifat mekanik (kekuatan tarik, kekuatan luluh dan perpanjangan putus), sifat fisik dengan *picnometer*, sifat termal dengan STA/TGA, dan strukturmikro dengan alat SEM. Prosedur yang sama juga dilakukan terhadap polipropilen (PE) dengan tahap-tahap yang sama dengan diatas.

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

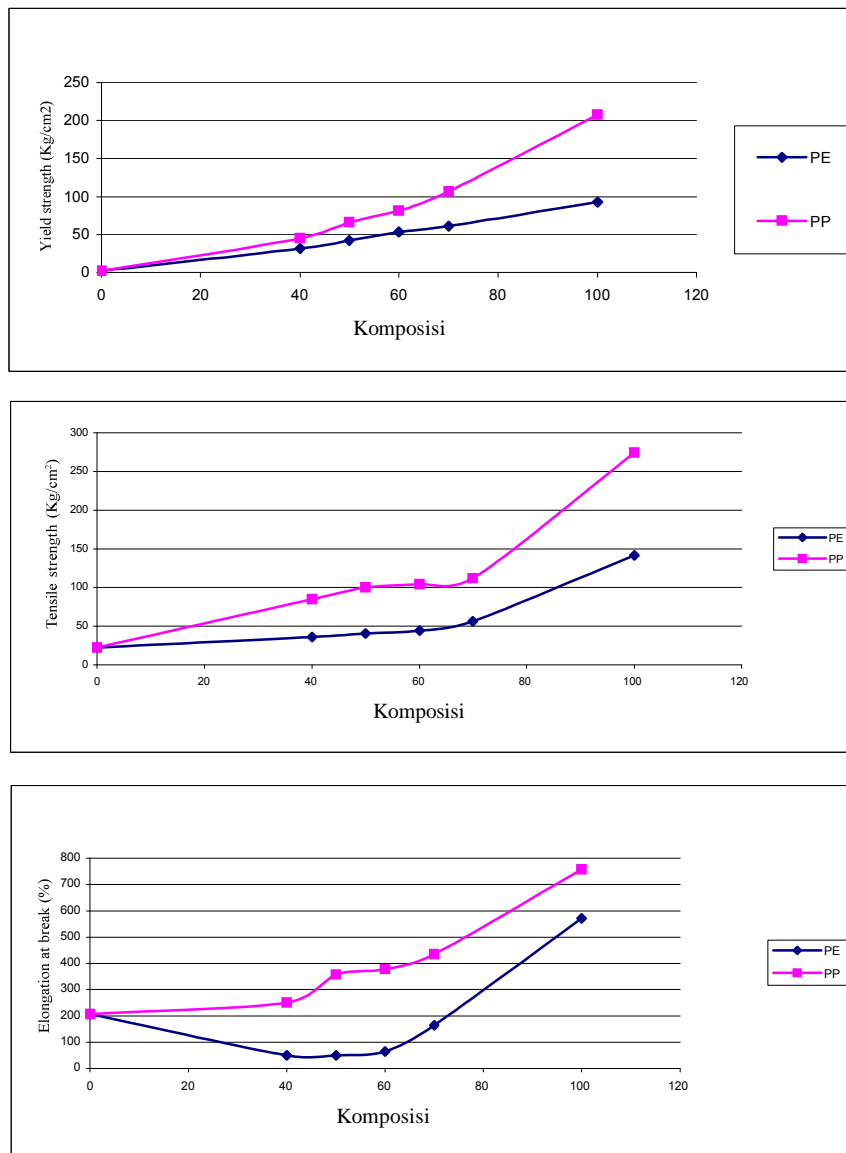
Sifat Mekanik

Gambar 2 memperlihatkan hasil pengukuran sifat mekanik meliputi *yield strength* (kekuatan luluh), *tensile*



Gambar 1. Skema pembuatan dan pengujian polyblend ETP dengan PP dan ETP dengan PE.

strength (kekuatan tarik) dan elongation at break (perpanjangan putus) dari sampel dengan variasi komposisi. Gambar ini menunjukkan bahwa setelah proses pencampuran antara ETP dan PE dengan metode blending terjadi peningkatan sifat mekanik (kekuatan luluh, kekuatan tarik dan perpanjangan putus) pada ETP. Hal ini dikarenakan terjadi proses pencampuran (secara fisik) antara rantai molekul polimer PE dengan ETP. Semakin besar kandungan PE di dalam campuran semakin tinggi sifat mekaniknya karena PE mempunyai sifat mekanik yang lebih baik dibanding ETP. Hal ini juga menunjukkan bahwa kekuatan mekanik campuran antara ETP dengan PE, ditentukan dengan banyaknya kandungan PE. Perpanjangan putus juga akan mengalami hal yang sama dengan kekuatan tarik, artinya semakin banyak kandungan PE atau PP maka perpanjangan putus semakin besar.



Gambar 2. Hasil pengukuran sifat mekanik ETP terhadap penambahan PE dan PP.

Tabel 2. Densitas dari ETP, PE, PP dan berbagai komposisi campuran

Sampel	Densitas g/cm ³	Densitas Teoritis g/cm ³	Sampel	Densitas g/cm ³	Densitas Teoritis g/cm ³
Air	1,0300	1,0000	Air	1,0300	1,0000
ETP	0,8944	-	ETP	0,8944	-
PE	0,7893	0,9650	PP	0,6899	0,9060
PE 1	0,7525	0,9438	PP 1	0,4023	0,9025
PE 2	0,7199	0,9368	PP 2	0,4507	0,9014
PE 3	0,7180	0,9297	PP 3	0,4242	0,9002
PE 4	0,6481	0,9226	PP 4	0,4339	0,8990

Bila dicermati dari Gambar 2 diatas, ETP memiliki *yield strength* meskipun sangat kecil dengan harga sebesar 2,3 Kg/cm². Hal ini dikarenakan elastomer merupakan bahan yang lunak dan elastis. Sementara itu PE sebagai polimer termoplastik bersifat keras dan kuat sehingga *yield strength* lebih besar.

Tensile strength menggambarkan kekuatan ikatan antar molekul di dalam polimer, oleh sebab itu *tensile strength* termoplastik lebih besar dibanding elastomer. Gambar 2 terlihat bahwa PE mempunyai *tensile strength* yang lebih besar dibandingkan ETP. Bila kedua polimer dicampur dengan metode *blending* maka terjadi perubahan nilai *tensile strength* yang mana semakin banyak elastomer yang ditambahkan, *tensile strength* PE mengalami penurunan. Hal yang sama juga berlaku untuk *elongation at break (EB)* yaitu semakin banyak kandungan ETP di dalam *polyblend* ETP dengan PE maka harga *EB* semakin kecil. Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa pencampuran ETP dengan PP meningkatkan *yield strength*, *tensile strength* dan *EB*.

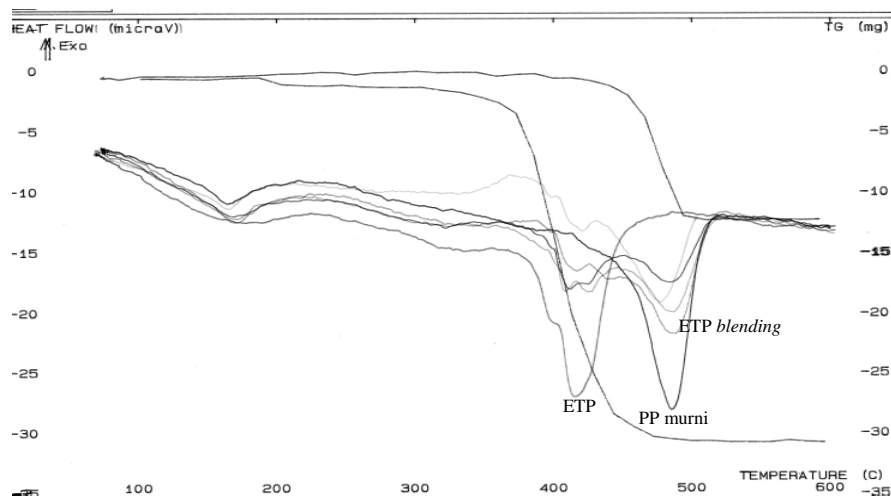
Bila dibandingkan antara *polyblend* ETP dengan PE untuk komposisi yang sama *polyblend* ETP dengan PP lebih baik sifat mekaniknya. Hal ini karena kekuatan mekanik PP lebih besar dibandingkan dengan PE yang digunakan dalam penelitian ini.

Sifat Fisik

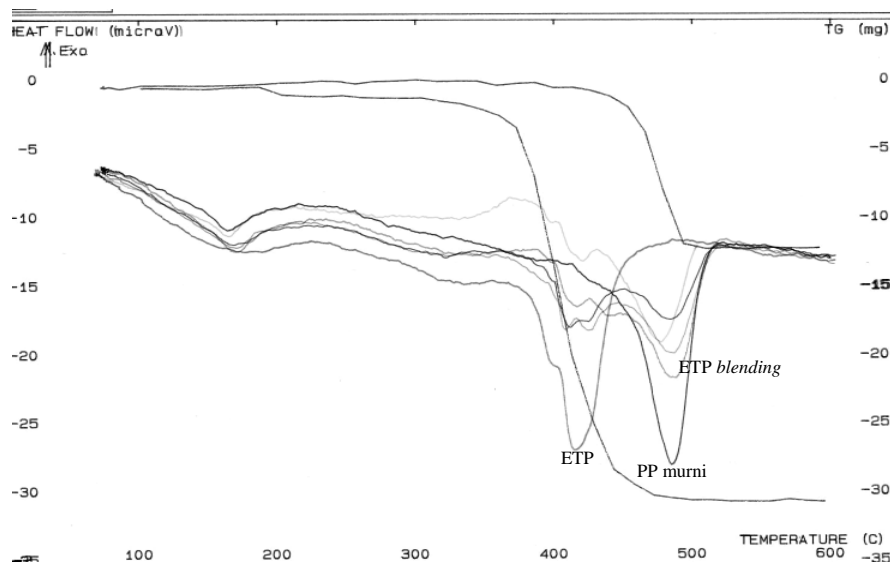
Sifat fisik yang diukur adalah densitas dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 2. Sifat fisik yang dilakukan berupa densitas dengan metode Piknometer, artinya densitas dibandingkan terhadap air. Tabel 2 memperlihatkan densitas sampel dan teoritis [10]. Dimana densitas teoritis harganya lebih tinggi dibandingkan densitas pengukuran untuk PE dan PP. Hal ini dikarenakan pada densitas teoritis dianggap tidak ada rongga pada setiap komposisi *polyblend* baik ETP dengan PE maupun ETP dengan PP.

Termal

Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan termogram *polyblen* ETP dan PE serta ETP dan PP. Puncak pertama pada suhu sekitar 140 °C menunjukkan titik leleh. Sedangkan puncak kedua pada suhu diatas 400 °C menunjukkan degradasi. Termogram ETP pada Gambar 3 maupun Gambar 4 tidak menunjukkan adanya puncak pelelehan, karena ETP bersifat amorf [10]. Sementara PE murni dan PP murni menunjukkan titik leleh masing-masing pada suhu 400 °C dan 500 °C



Gambar 3. Menunjukkan hasil uji termal dengan menggunakan alat STA untuk ETP, PP dan *polyblend* ETP dengan PE.



Gambar 4. Hasil uji termal untuk ETP, PP murni dan polyblend ETP dengan PP.

Sementara itu PP dan PE mempunyai susunan kristal berupa semikristalin sehingga PE dan PP pada sifat termalnya mempunyai titik leleh untuk PP dengan titik leleh 175 °C dan PE sebesar 140 °C. Titik leleh PP lebih besar daripada PE dikarenakan rantai molekul PE lebih fleksibel.



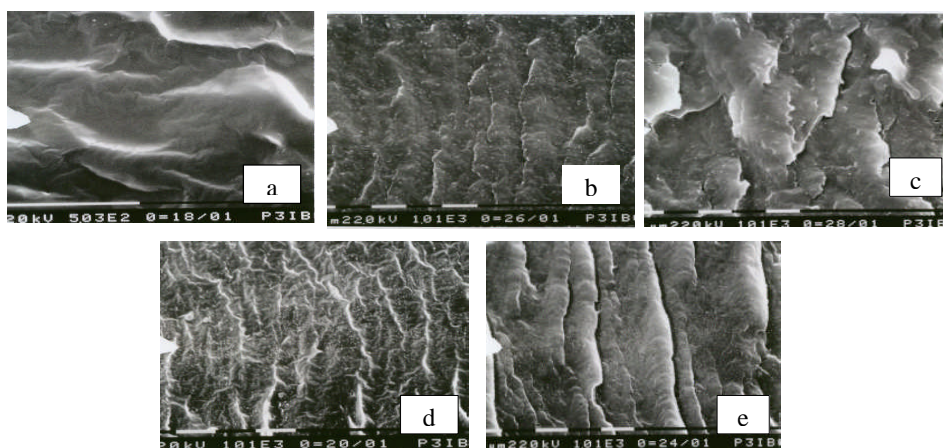
Dengan penambahan bahan termoplastik PE dan PP, campuran ini menghasilkan 2 puncak yaitu puncak titik leleh dan puncak suhu degradasi, pola ini mengikuti pola PE murni ataupun PP murni. Dengan penambahan PE dan PP pada ETP maka campuran ETP akan mengalami pergeseran suhu degradasi ke arah lebih tinggi dari suhu sekitar 400 °C menjadi 500 °C, ini berarti bahwa PE dan PP telah berhasil meningkatkan sifat termal dari bahan ETP.

Puncak degradasi polyblend ETP dengan PE (lihat Gambar 3) dan polyblend ETP dengan PP (Gambar 4) menunjukkan harga yang hampir sama dengan polimer termoplastiknya yaitu PE dan PP sebesar 500°C.

Sedangkan luas puncak degradasi polyblend ETP dengan PE semakin kecil seiring dengan kandungan ETP semakin besar, artinya puncak ETP dengan PE sangat dipengaruhi oleh komposisi atau kandungan ETP. Hal yang sama berlaku untuk polyblend ETP dengan PP.

Struktur mikro

Gambar 5 menunjukkan struktur mikro dari ETP, polietilen, polipropilen, sebelum diblending dan polyblend ETP dengan polietilen atau polipropilen (setelah diblending). Dari gambar tersebut dapat dilihat perbedaan struktur mikro antara ETP dengan polyblend ETP dengan PP atau PE. Gambar permukaan patahan polipropilen (Gambar 5b) terlihat lebih brittle atau rigid



Gambar 3. Foto struktur mikro, a. ETP sebelum blending, b. polipropilen sebelum diblending, c. polyblend ETP dengan polipropilen, d. polietilen sebelum diblending, e. polyblend ETP dengan polietilen

dibanding ETP yang lebih elastis sehingga permukaan patahan ETP terlihat lebih menyatu atau lebih halus, sedangkan Gambar 5c poliblend ETP dengan polipropilen terlihat lebih merupakan perpaduan antara Gambar 5a dengan Gambar 5b, lebih kasar dari ETP dan lebih elastis dari PP pencampuran terlihat cukup merata. Hal ini didukung dari data pengukuran sifat mekanik (*tensile strength* dan *yield strength*) dimana penambahan PP pada ETP meningkatkan nilai *tensile strength* dan *yield strength*. Hal yang sama terlihat pada gambar strukturmikro polietilen (Gambar 5d dan Gambar 5e) dimana penambahan polietilen pada ETP memberikan perubahan pada strukturmikro permukaan polietilen dari kasar atau rigid dan tajam menjadi lebih elastis, juga sifat mekanik *tensile strength* dan *yield strength* lebih naik setelah penambahan polietilen.

- [8]. MASCIA L., *Thermoplastics, Materials Engineering*, Elsevier Applied Science, London, 1989.
- [9]. KIM, SEHYUN, Polypropylene Impact Copolymer Having Bimodal Sized Rubber Particles, US. Patent 20020151654, Oktober 17, (2002)
- [10]. BILLMEYER, F.W., *Textbook of Polymer Science*, Ed 3, John Wiley A Sons, Inc., New York, (1984)

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa dengan campuran ETP dan PP memiliki sifat mekanik, fisik dan termal lebih baik dibandingkan dengan campuran antara ETP dan PE. Artinya sifat mekanik campuran ditentukan dengan banyaknya kandungan polimer termoplastik yaitu PE atau PP, Penambahan termoplastik PE maupun PP dapat meningkatkan sifat termal dari ETP, ditunjukkan dari suhu dekomposisi campuran ETP dengan PE dan campuran ETP dengan PP masing-masing sebesar 400 °C dan 500 °C.

DAFTARACUAN

- [1]. IBRAHIM.A., DAHLAN.M., Thermoplastic Natural Rubber Blends., *Prog. Polym.Sci.*, **23**, (1998) 665-706
- [2]. TING, E. P., PEARCE E.M. and KWEI,T.K., *J. Polym. Sci. Polym. Lett. Ed.*, **18**, (1980) 201
- [3]. 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)
- [4]. COLEMAN, M.M., GRAF, J.F., and PAINTER, P., Specific Interactions and The Miscibility of Polymer Blends, *Technomic*, **20**, (1991)
- [5]. OLK, OLAF., PENA, RALPH H, Method For Anchoring an Elastomer Into a Thermoplastic During Injection Molding, US Patent 20040222254, November 11, (2004)
- [6]. JOSEPH C.SALAMONE, *Polymeric Materials Encyclopedia*, Volume 1, CRC Press, New York, (1996)
- [7]. ELLIOT, D.J. and TINKER, A.J., *Natural Rubber Science and Technology*, Oxford University Press, Oxford, (1988) 327