

## MODIFIKASI KARET ALAM MENJADI BAHAN ELASTOMER TERMOPLASTIK MODIFICATION OF NATURAL RUBBER TO THERMOPLASTIC ELASTOMER MATERIAL

Kuntari Adi Suhardjo<sup>1)</sup>, Ariyadi Basuki<sup>1)</sup>, Surasno<sup>1)</sup>, Ahmad Randy<sup>2)</sup>, Dewi Sondari<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Balai Besar Bahan dan Barang Teknik, Kementerian Perindustrian

<sup>2)</sup>Pusat Penelitian Kimia LIPI

### ABSTRAK

Karet alam bersifat elastomer dan termoseting, sehingga sulit untuk dibentuk dan tidak dapat didaur ulang. Modifikasi karet alam menjadi bahan elastomer termoplastik dimaksudkan untuk memperoleh bahan yang mudah dicetak menjadi produk jadi dan dapat didaur ulang sehingga tidak merusak lingkungan. Untuk mendapatkan teknologi pembuatan elastomer termoplastik dari karet alam telah dilakukan percobaan dengan metoda pencangkakan (*grafting*) secara polimerisasi emulsi antara karet alam lateks dengan monomer stirena dan metil metakrilat. Polimerisasi emulsi dilakukan pada suhu 65°C selama 6 jam. Perbandingan komposisi karet alam lateks dan monomer di variasi: 80:20; 70:30; 60:40; 50:50 (% berat) dengan komposisi monomer stirena dan metil metakrilat 1:1, menggunakan dua jenis inisiator yaitu potassium persulfat 2 % berat atau ammonium peroksodisulfat divariasi 2, 2,5, 5 % berat serta emulsifier sodium dodesil sulfat divariasi: 0, 1, 1,5, 2, 5 % berat. Dari hasil analisa <sup>1</sup>H NMR dan FTIR terlihat bahwa proses cangkakan monomer stirena dan metil metakrilat telah terjadi pada tulang punggung karet alam. Puncak pada frekuensi 833 cm<sup>-1</sup> menunjukkan pita R<sub>2</sub>C=CHR, frekuensi 1743 dan 1519 cm<sup>-1</sup> menunjukkan pita C=O (gugus karbonil dari metil metakrilat) dan pita C=C (cincin benzena dari stirena). Efisiensi cangkakan maksimum sebesar 97,60% diperoleh pada komposisi 70% karet alam lateks dan 30% monomer dimana komposisi monomer antara stirena dan metil metakrilat adalah 1:1 menggunakan inisiator potasium persulfat 2% dan emulsifier sodium dodesil sulfat 1%.

**Kata kunci:** Elastomer termoplastik, kopolimer cangkakan, karet alam lateks, stirena, metilmetakrilat.

### ABSTRACT

*Characteristic of natural rubber is elastomeric and thermosetting, so it is difficult to be formed and recycled. Natural rubber modification to become elastomeric thermoplastic is meant to get a formable and recyclable product that is saved for environment. To get elastomeric thermoplastic made from natural rubber, there have been a research on grafting method with emulsion polymerization between latex natural rubber with styrene and methyl methacrylate monomers. Emulsion polymerizations are done at 65°C for 6 hours time period. Latex natural rubber and monomer composition ratio are varied 80:20; 70:30; 60:40; 50:50 (weight %). The ratio of styrene and methyl methacrylate monomers composition is 1:1. Using two kinds of initiator which are 2 weight % potassium per sulfate; 2, 2,5, 5 weight % variation of ammonium peroxide bisulphate and 0, 1, 1,5, 2, 5 weight % variation of sodium dodecyl sulfate as emulsifier. From the analyzed data of <sup>1</sup>H NMR and FTIR can be seen that grafting process of styrene and methyl methacrylate monomers happened on the back bone of the natural rubber. The peak of the 833 cm<sup>-1</sup> frequency shows R<sub>2</sub>C=CHR ribbon, the frequency 1743 and 1519 cm<sup>-1</sup> show C=O ribbon (carbonyl groups of methyl methacrylate) and C=C ribbon (benzene ring of styrene). Maximum grafting efficiency is achieved 97,60%, which are obtained from 70% latex natural rubber and 30% monomer, The ratio of styrene and methyl methacrylate monomers composition is 1:1. using 2% potassium per sulfate as initiator and 1% sodium dodecyl sulfate as emulsifier.*

**Keywords:** Thermoplastic elastomeric, grafting copolymerization, latex natural rubber, styrene, methyl methacrylate.

### PENDAHULUAN

Di Indonesia karet merupakan salah satu hasil pertanian terkemuka karena banyak menunjang perekonomian Negara. Sampai tahun 1992 ada tiga Negara yang menguasai pasaran karet dunia yaitu Indonesia, Thailand dan Malaysia [1]. Indonesia pada saat ini menghasilkan karet alam kurang lebih 2,7 juta ton/ tahun, Malaysia 1,3 juta ton dan Thailand 3,3 juta ton, sedangkan jumlah produksi karet alam dunia sebesar 9.948.000

ton dan karet sintesis sebanyak 12.941.000 ton. Berdasarkan analisis pakar dunia, diprediksi produksi karet alam dunia pada tahun 2020 akan mencapai 13 juta ton dan Indonesia diperkirakan menjadi negara penghasil karet alam terbesar dunia dengan produksi total 4 juta ton. [2]. Karet alam adalah elastomer alam yang berat molekulnya relatif sangat tinggi dan oleh karena itu sulit di cetak panas tanpa perlakuan khusus. Karet alam mempunyai peluang dapat diubah menjadi kopolimer triblok stirena-karet alam-

stirena (St-KA-St) yang bersifat seperti elastomer termoplastik. Kopolimer cangkok karet alam maupun karet alam *blend* juga mempunyai sifat yang mendekati sifat elastomer termoplastik walaupun tidak akan sebaik kopolimer triblok.[2]. Karet alam bersifat elastomer dan termosetting, sehingga sulit untuk dibentuk[3]. Untuk meningkatkan nilai tambah dan manfaat karet alam dapat dilakukan modifikasi. Salah satu cara modifikasi dari karet alam adalah membuat elastomer termoplastik. Termoplastik yang termasuk dalam golongan elastomer termoplastik banyak sekali jumlahnya, tetapi semuanya dapat di golongkan menjadi enam golongan besar yaitu : *styrenic block copolymer, elastomeric alloy, polyurethane ETP, copolyester ETP, polyamide ETP dan olefinic ETP*. Elastomer termoplastik yang pertamakali ditemukan yaitu kopolimer triblok stirena-butadiena-stirena, dengan struktur umum  $(St)_n-(Bu)_m-(St)_p$ , yang bersifat sebagai elastomer yang berikatan silang secara fisik (physical crosslink) [4]. Elastomer termoplastik (ETP) adalah bahan polimer yang mempunyai sifat termoplastis dan elastis. Bahan ini mudah di cetak menjadi barang-barang jadi dengan menggunakan mesin cetak yang biasa digunakan untuk mencetak bahan-bahan termoplastik.dan mudah didaur ulang, sehingga untuk jangka panjang tidak merusak lingkungan. Sedangkan barang cetak yang dibuat dari karet alam tidak dapat di daur ulang.

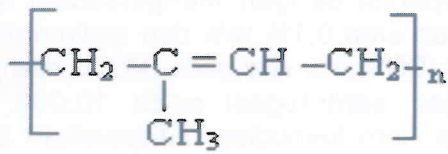
Selama ini Indonesia masih mengimpor elastomer termoplastik. Penggunaan utama elastomer termoplastik adalah untuk adhesive dan pembuatan barang-barang cetak, asesoris mobil, untuk suku cadang otomotif, footwear, alat kesehatan dan bahan konstruksi. Produksi elastomer termoplastik dunia secara keseluruhan pada waktu ini sekitar 1 juta ton/tahun dengan harga 2,00-9,00 US \$/kg [2].

Dengan demikian karet alam mempunyai peluang besar untuk mengisi kebutuhan elastomer termoplastik dunia tersebut melalui modifikasi dengan metoda kopolimer cangkok [3]. Oleh karena itu bila berhasil memodifikasi karet alam tersebut maka akan menaikkan nilai tambah karet alam, mengurangi impor elastomer termoplastik dan yang lebih penting lagi adalah tidak mencemari

lingkungan karena barang jadinya dapat di daur ulang. Beberapa kelebihan elastomer termoplastik dibandingkan dengan vulkanisasi elastomer antara lain: Tidak memerlukan *crosslink agent*. Proses pengerjaan lebih sederhana karena tidak perlu proses pencampuran. Proses berlangsung lebih cepat karena tidak memerlukan waktu untuk reaksi crosslinking. Memerlukan energi lebih rendah karena prosesnya lebih cepat. Barang jadinya dapat di daur ulang karena tidak terjadi crosslinking (hanya ikatan fisik mudah putus oleh panas). Untuk mencetak dapat digunakan mesin cetak bahan termoplastik. Elastomer termoplastik juga banyak digunakan dalam bentuk komposit, ataupun dalam bentuk blending sesuai dengan sifat-sifat yang diinginkan. [4-6].

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengembangkan sifat karet alam dengan cara memodifikasi, untuk dapat meningkatkan nilai tambah karet alam Indonesia. Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan teknologi pembuatan elastomer termoplastik dari bahan dasar utama karet alam. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan teknologi modifikasi karet alam. Elastomer termoplastik yang dihasilkan dapat diaplikasikan pada industri otomotif, khususnya pada interior mobil. Dengan demikian perlu dilakukan kerjasama dengan industri otomotif yang ada, sehingga diharapkan dapat terbentuk sinergi yang positif dengan industri.

Karet alam dibentuk oleh poliisoprena dengan susunan geometri 100% cis-1,4. Berat molekul berkisar 1-2 juta, sehingga mempunyai sifat keliatan dan kelekatan yang tinggi dan sifat fisik seperti elastisitas, kuat tarik (*tensile strength*) dan kepegasan (*resilience*) yang tinggi. Keteraturan geometri yang tinggi menambah kuat tarik pada saat diregangkan karena kristalisasi. Dengan sifat unggul ini karet alam digunakan untuk barang industri dan kerekayasaan terutama ban. Namun sifat yang tidak polar dan kandungan ikatan tak jenuh yang tinggi dalam molekul, karet alam tidak tahan oksidasi, ozonisasi, panas dan mengembang di dalam oli. [3]. Karet alam dapat diuraikan menjadi molekul hidrokarbon sederhana, yaitu poliisoprena. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa karet alam adalah polimer dari isoprena.



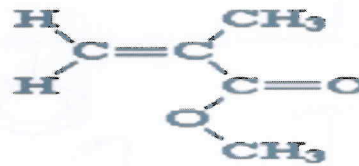
Gambar 1. Struktur molekul Poliisoprena

Tanaman karet berasal dari bahasa latin yang bernama *Hevea brasiliensis* yang berasal dari Negara Brazil. Getah pohon karet disebut lateks. Karet dikoagulasikan dari lateks dengan menggunakan asam format. Karet digolongkan sebagai elastomer yaitu bahan yang dapat ditarik dan kembali kepada bentuk semula ketika dilepaskan. Plastik bersifat dapat ditarik tetapi tidak dapat kembali ke bentuk semula ketika dilepaskan [3].

Karet alam bersifat elastis, lunak, dan lengket dalam keadaan panas. Sifat elastik terjadi karena molekul polimernya yang saling melilit secara acak. Karet dapat dikeraskan jika dimasak dengan belerang. Pengerasan terjadi karena terbentuknya ikatan silang disulfide antar rantai. Proses tersebut yang disebut vulkanisasi ditemukan oleh Charles Goodyear dan telah dipatenkan di Amerika pada tahun 1884 [7].

*Grafting copolymerization* (kopolimer cangkok) adalah mencangkokkan monomer-monomer pada rantai polimer sebagai rantai utama, untuk mendapatkan sifat baru dari polimernya. [5]. Salah satu cara modifikasi karet alam menjadi elastomer termoplastik adalah dengan melakukan kopolimer cangkok karet alam sebagai rantai utama dengan monomer cangkok metil metakrilat (MMA) dan poli stirena [6].

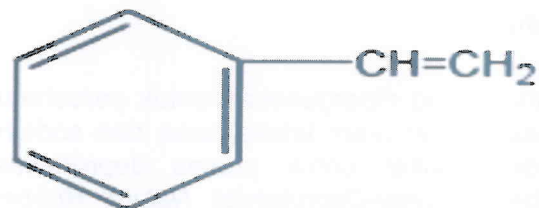
Metil metakrilat (MMA) merupakan senyawa organik dengan rumus molekul C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>. Warna ini cair, di metil ester dari *methacrylic acid* (Maa) adalah monomer yang diproduksi pada skala besar untuk produksi *polymethylmethacrylate* (PMMA). Nama lain MMA, 2-(*methoxycarbonyl*)-1-Propane.



Gambar2. Struktur molekul metil metakrilat

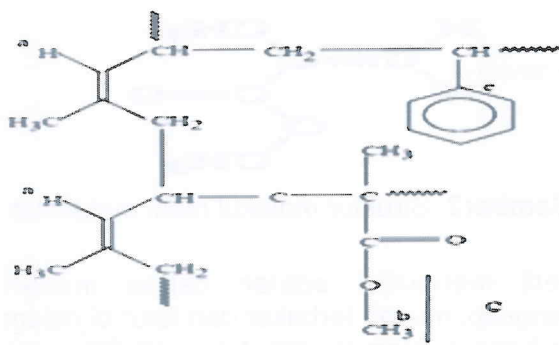
Metil metakrilat adalah cairan mudah menguap, mudah terbakar dan larut di dalam air hangat. Memiliki titik lebur 48 °C, serta titik didih 101 °C, dapat larut dalam larutan organik, memiliki berat molekul 100,1 g / mol. Metil metakrilat berwujud keras, kaku, transparan dan mempunyai daya tahan terhadap larutan asam. Metil metakrilat biasa digunakan untuk reaksi homopolimerisasi dan kopolimerisasi, aplikasinya banyak digunakan di dunia industry plastic, tekstil, surfaktan dll

Polistirena merupakan salah satu jenis polimer yang terbentuk dari monomer stirena yang merupakan turunan dari benzena. Polimer ini tersusun atas ikatan sederhana antara kepala dan ekor dari unit monomer dan bersifat amorf. Pada temperatur kamar polistirena berwujud padat dan termoplastik, tetapi dapat meleleh pada temperatur yang tinggi dalam pencetakan dan proses ekstruksi (pelelehan polimer) [8]. Struktur molekul stirena dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini



Gambar 3. Struktur molekul stirena

Terjadinya pencangkokan (*grafting*) antara karet alam yang mempunyai struktur isoprena sebagai rantai utama, metil metakrilat dan stirena sebagai monomer pencangkok dapat dilihat pada gambar 4:



Gambar 4. Struktur molekul elastomer termoplastik

Oleh karena ikatannya adalah ikatan fisik maka ikatan tersebut mudah putus oleh panas sehingga mudah di daur ulang. Kopolimer cangkok karet alam maupun karet alam *blend* juga mempunyai sifat yang mendekati sifat elastomer termoplastik walaupun tidak akan sebaik kopolimer triblok. Kopolimer cangkok karet alam dapat dikembangkan untuk dibuat menjadi *adhesive* yang tahan terhadap cuaca yang sangat baik sebagai perekat papan kayu. Elastomer termoplastik yang berdasarkan pada karet alam memiliki potensi pemanfaatan yang lebih luas pada komponen-komponen seperti *bumper*, interior dan eksterior mobil.

## BAHAN DAN METODA.

### Bahan

Bahan yang dipergunakan untuk percobaan adalah karet alam lateks, urea dan sodium dodesil sulfat untuk proses deproteinasi terbentuk *Urea-Deproteinize Natural Rubber*. Selanjutnya proses Kopolimerisasi cangkok dilakukan dalam reaktor labu, U-DPNR *emulsifier* sodium dodesil sulfat (SDS), monomer stirena, metil metakrilat, inisiator Potasium per sulfat dan amonium perokso-disulfat

### Metodologi penelitian

#### Deproteinasi-urea Karet Alam

Karet alam yang dideproteinasi-urea (*Urea-deproteinized natural rubber, U-DPNR*)

dipreparasi dengan menginkubasi lateks dengan urea 0,1% w/w dan sodium dodesil sulfat (SDS) 1% w/w pada 303 K, dilanjutkan dengan sentrifugasi pada 10.000 rpm. Fraksi krim kemudian didispersikan dalam SDS 1% w/w untuk menghasilkan lateks dengan *dry rubber content* (DRC) sebesar 30% kemudian dicuci dua kali dengan sentrifugasi. Lateks U-DPNR di dilarutkan dengan aquades untuk menghasilkan DRC 30%, dan ditambahkan SDS hingga 0,1% w/w.

### Kopolimerisasi Cangkok.

Kopolimerisasi cangkok dilakukan dalam reaktor labu bulat 1 cm<sup>3</sup> yang dilengkapi kondensor, termometer, dan pengaduk. Penggunaan Karet Alam Lateks dan monomer dengan variasi perbandingan komposisi yaitu: 80:20; 70:30, 60:40; 50:50% berat, dimana perbandingan komposisi monomer antara stirena dan metilmetakrilat yang digunakan adalah 1:1. Selanjutnya dicampur dengan inisiator dengan variasi jenis dan jumlah pemakaian yaitu potasium per sulfat 2% atau amonium perokso-disulfat divariasi 2, 2,5, 5 % berat, kemudian ditambahkan emulsifier sodium dodesil sulfat dengan variasi: 0, 1, 1,5, 2, 5 % berat. Dimasukkan ke dalam reaktor labu alas bulat, dan oksigen terlarut dihilangkan dengan mengalirkan gas nitrogen selama 30 menit. Temperatur polimerisasi dijaga konstan 65<sup>0</sup>C menggunakan *water bath* selama 6 jam. Dilakukan pemisahan dan selanjutnya dilakukan pencucian dengan aseton untuk menghilangkan monomer terpolimerisasi, tetapi tidak berikatan dengan rantai utama karet alam, sedangkan pencucian dengan petroleum eter (PE) untuk menghilangkan karet alam yang tidak bereaksi dengan monomer. Polimer kasar yang didapat dipisahkan, diperoleh polimer tercangkok, selanjutnya dikeringkan hingga berat konstan di dalam oven vakum. Formula polimerisasi karet alam lateks yang dipergunakan untuk percobaan dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1.** Formula polimerisasi emulsi

Bahan	Berat
Senyawa organik Stirena:metil metakrilat	100 bagian
Air	200 bagian
emulsifier	1-5 bagian
inisiator	1-5 bagian

**Karakterisasi**

Identifikasi modifikasi karet alam lateks (kopolimer cangkok) dilakukan dengan menggunakan FTIR dan spektroskopi NMR. Analisa termogravimetri (*thermogravimetric analysis*, TGA/DTG) dilakukan pada sejumlah kecil sampel modifikasi karet alam (1-10 mg) dengan pemanasan dari suhu 40 sampai 720°C.

Studi morfologi modifikasi karet alam dilakukan dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Persen cangkok diperoleh dari berat monomer tercangkok/ berat total monomer terpolimerisasi dikalikan 100%. Berat monomer tercangkok adalah berat monomer yang tercangkok (berikatan) dengan rantai utama karet alam lateks. Berat total monomer terpolimerisasi adalah berat monomer tercangkok (berikatan) ditambah berat monomer yang terpolimerisasi, tetapi tidak berikatan dengan rantai polimer karet alam.[5].

Selain karakterisasi diatas dilakukan juga pengujian mekanik yaitu kekuatan tarik dan mulur.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Deproteinase Karet Alam-Urea**

Dengan menggunakan metode Kjeldahl deproteinase karet alam dengan menggunakan urea, maka ditentukan kadar proteinnya. Penentuan kadar protein dilakukan terhadap karet alam yang telah di deproteinase dengan melakukan dua kali ulangan penetapan. Data kadar protein dari deproteinase karet alam di lihat dalam tabel 2 berikut ini:

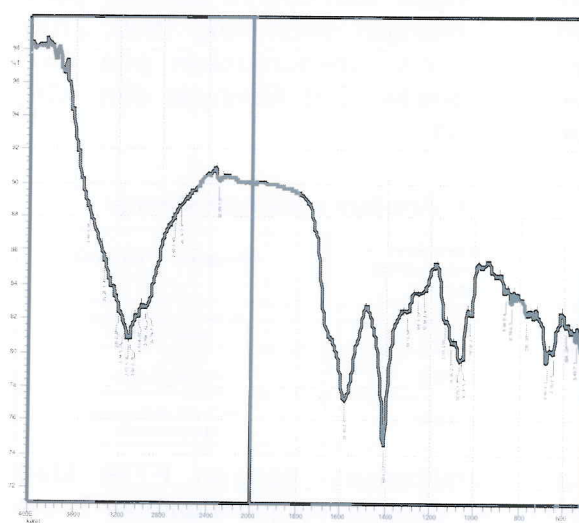
**Tabel 2.** Kadar protein dalam karet

Sampel karet	Nitrogen (%)
Ulangan 1	0,155
Ulangan 2	0,172

**Proses pembuatan elastomer termoplastik**

Hasil proses kopolimerisasi cangkok antara karet alam dengan monomer stirena dan metil metakrilat dianalisa dengan menggunakan FTIR prestige-21 Shimadzu untuk melihat struktur molekulnya, dan dianalisa menggunakan spectroscopy NMR untuk melihat adanya proses cangkok monomer terhadap karet alam. Identifikasi dari hasil cangkok stirena dan metil metakrilat terhadap karet alam lateks dilakukan dengan menganalisis sampel karet alam lateks, stirena, metil metakrilat dan elastomer.

Hasil karakterisasi dengan FTIR untuk karet alam dapat dilihat pada gambar 5, dari spektra gambar tersebut dapat diidentifikasi beberapa gugus fungsi yang terdapat pada karet alam dan di simpulkan pada tabel 3. Dari hasil spektra FTIR pada karet alam lateks murni dapat dilihat dengan munculnya puncak pada frekuensi bilangan gelombang 1583,56; 1406,11; 3111,18 dan 3095,75 cm<sup>-1</sup> menunjukkan pita C=N Imines & Oximes; -CH<sub>3</sub> Alkana stretch dan =CH<sub>2</sub> Alkena bend

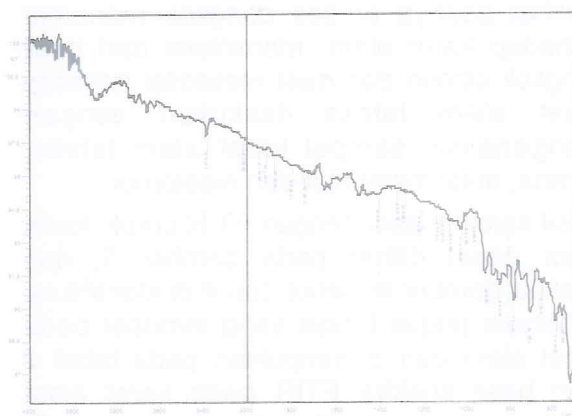


**Gambar 5.** Spektra FTIR untuk karet alam lateks.

**Tabel 3.** Analisis spektrum karet alam lateks

Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Gugus Fungsi
1583,56	C=N, Imines & Oximes
1406,11	-CH <sub>3</sub> , Alkana bend
3111,18	=C-H, Alkena stretch
3095,75	=CH <sub>2</sub> , Alkena bend

Hasil karakterisasi dengan FTIR pada Stirena dapat dilihat pada gambar 6, dari spektra gambar tersebut dapat diidentifikasi beberapa gugus fungsi yang terdapat pada Stirena dan di simpulkan pada tabel 4 :



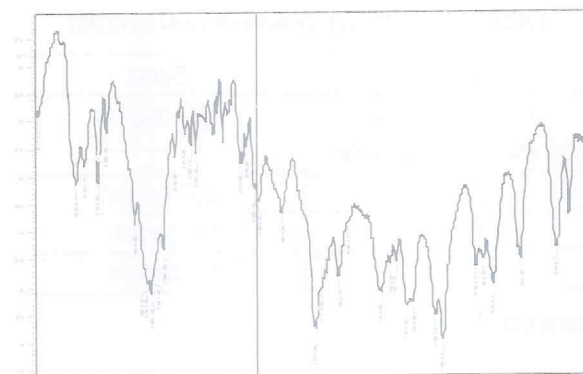
**Gambar 6.** Spektra FTIR untuk stirena

Dari hasil spektra FTIR pada stirena dapat dilihat dengan munculnya puncak pada frekuensi bilangan gelombang 1600; 2700; dan 3100 cm<sup>-1</sup> menunjukkan pita C=C Alkena aromatik; C-H Aldehyde dan =CH<sub>2</sub> Alkena bend

**Tabel 4.** Analisis spektrum stirena

Bilangan Gelombang (cm <sup>1</sup> )	Gugus Fungsi
1600	C=C, Alkena aromatik
2700	C-H, Aldehyde
3100	=C-H, Alkena aromatik

Hasil karakterisasi dengan FTIR Metil Metakrilat dapat dilihat pada gambar 7, dari spektra gambar tersebut dapat diidentifikasi beberapa gugus fungsi yang terdapat pada Metil Metakrilat dan di simpulkan pada tabel 5:



**Gambar 7.** Spektra FTIR untuk metil metakrilat

Dari hasil spektra FTIR pada metil metakrilat dapat dilihat dengan munculnya puncak pada frekuensi bilangan gelombang 2000-2800; 1100-1200; 1800-1600; >3000 dan 900-800 cm<sup>-1</sup> menunjukkan pita C=H Aldehyde; C-O-C ether; C-O carboxyl; C=C alkena aromatik dan C-C Alkana aromatik

**Tabel 5.** Analisis spektrum metil metakrilat

Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Gugus Fungsi
2000-2800	C-H aldehyde
1100-1200	C-O-C ether
1800-1600	C=O Carboxyl
>3000	C=C Alkena aromatik
900-800	C-C Alkana aromatik

Proses terjadinya cangkok dari monomer campuran antara stirena dan metil metakrilat terhadap tulang punggung karet alam dapat dibuktikan dengan menganalisis spektrum FTIR. Pada gugus metil metakrilat terdapat 2 ikatan spesifik yang akan muncul pada spektrogram hasil analisis produk cangkok, yaitu yang pertama adalah ikatan C-O-C yang puncaknya akan muncul pada bilangan gelombang 1290 – 1180 cm<sup>-1</sup> dan ikatan yang kedua adalah C=O yang puncaknya akan muncul pada bilangan gelombang 1765 – 1720 cm<sup>-1</sup>. Pada gugus Isoprena juga terdapat dua ikatan yang spesifik, yaitu yang pertama adalah ikatan C-H yang puncaknya akan muncul pada bilangan gelombang 3050 – 3000 cm<sup>-1</sup>, dan ikatan yang kedua adalah C=C yang puncaknya akan muncul pada bilangan gelombang 1690 – 1655 cm<sup>-1</sup>. Proses cangkok karet

alam dengan metil metakrilat dinyatakan berhasil apabila pada spektrogram hasil analisis produk cangkok terdapat 4 puncak yang menyatakan keberadaan dua ikatan spesifik metil metakrilat dan dua ikatan spesifik isoprena [6,7]. Pita serapan karakteristik  $R_2C=CHR$  pada isoprena dikonfirmasi pada  $839\text{ cm}^{-1}$ . Puncak-puncak serapan pada  $3095$  dan  $2939\text{ cm}^{-1}$  merujuk kepada tarikan C-H pada cincin aromatik stirena. Sinyal pada  $1440$  dan  $1364\text{ cm}^{-1}$  berasal dari tarikan C-H alifatik pada karet alam. Puncak karet alam tercangkok, yaitu pada  $1596\text{ cm}^{-1}$  adalah tarikan C=C cincin benzena dari stirena. Hal ini mengkonfirmasi tentang keberadaan polistirena yang tercangkok pada rantai utama karet alam.

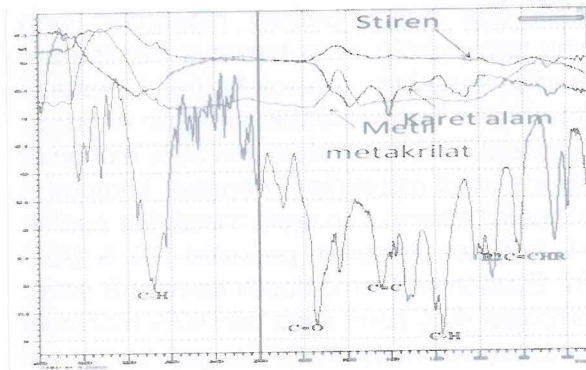
Spektrum FT-IR dari produk elastomer termoplastik secara keseluruhan dapat dilihat bahwa puncak pada frekuensi (bilangan gelombang)  $833\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan pita dari  $R_2C=CHR$ , pita C=O dan pita C=C dapat dilihat pada frekuensi  $1743$  dan  $1519\text{ cm}^{-1}$ . Puncak yang membuktikan terjadinya cangkok pada karet alam ditunjukkan dengan adanya gugus karbonil (C=O) dari metil metakrilat dan C=C cincin benzena yang berasal dari stiren. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi cangkok dari metil metakrilat dan stirena terhadap tulang punggung karet alam [10,11].

Dari hasil percobaan dan pengujian dari modifikasi karet alam lateks dengan cara kopolimerisasi cangkok dengan monomer stirena dan metil metakrilat dengan variasi komposisi antara karet alam lateks: monomer yaitu: 80:20; 70:30; 60:40; 50:50 % berat, dimana komposisi monomer antara stirena:metilmetakrilat yang digunakan adalah 1:1. Menggunakan inisiator dengan variasi jenis dan jumlah pemakaian yaitu potasium persulfat 2% dan amonium peroksodisulfat divariasi 2, 2,5, 5 % berat, ditambahkan emulsifier sodium dodesil sulfat divariasi: 0, 1, 1,5, 2, 5 % berat. Temperatur polimerisasi dijaga konstan  $65^{\circ}\text{C}$  menggunakan *water bath* dengan waktu proses 6 jam [6,7]. Dari variasi tersebut, yang menghasilkan elastomer termoplastik yang cukup baik dengan melihat dari hasil uji perhitungan nilai efisiensi cangkok dan hasil uji visual yaitu dengan melihat homogenitas produk

(tidak ada butiran-butiran monomer yang tidak tercangkok) serta hasilnya transparan. Kondisi tersebut diperoleh pada variasi: Elastomer Termoplastik sampel A yaitu: komposisi 70% Karet alam dan 30% monomer (stirena/metil metakrilat), dengan komposisi monomer stirena dan metil metakrilat adalah 1:1, inisiator potasium persulfat 2% & SDS 1%. Elastomer Termoplastik sampel B yaitu: komposisi 60% karet alam dan 40% monomer (stirena/metil metakrilat), dengan komposisi stirena dan metil metakrilat adalah 1:1, inisiator amonium perokso disulfat 2% & SDS 2%. Elastomer Termoplastik sampel C yaitu: komposisi 80% karet alam dan 20% monomer (stirena/metil metakrilat), dengan komposisi stirena dan metil metakrilat adalah 1:1, inisiator amonium perokso disulfat 2%, dan SDS 0,65 gr/l air, air 200% terhadap berat organik

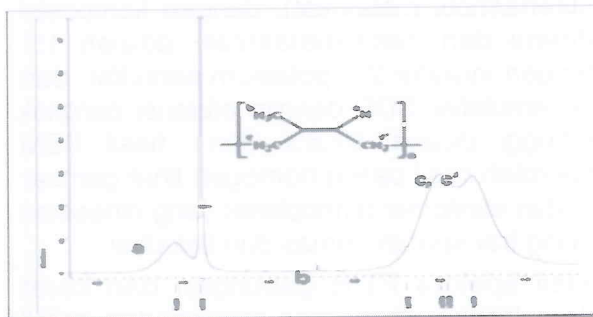
Selanjutnya Elastomer Termoplastik sampel A, B dan C tersebut diatas, diuji lebih lanjut untuk memperoleh spektra FTIR, spektra  $^1\text{H}$  NMR, SEM, uji mekanik kuat tarik dan mulur dan ternyata kondisi optimum dicapai pada. Termoplastik elastomer A dengan komposisi 70% karet alam dan 30% monomer (stirena/metil metakrilat), dengan komposisi stirena dan metil metakrilat adalah 1:1 dengan inisiator 2% potasium persulfat dan 1% emulsifier SDS dengan efisiensi cangkok tertinggi dicapai 97,6% dan hasil SEM diperoleh hasil paling homogen lihat gambar 12 dan elastomer termoplastik yang dihasilkan paling transparan, lemas dan fleksibel

Hasil spektra FTIR gabungan dari karet alam lateks, monomer stirena dan metil metakrilat, serta elastomer termoplastik sampel A pada kondisi optimum dapat dilihat pada gambar 8, dimana terjadinya proses kopolimer cangkok antara karet alam lateks, monomer stiren dan metil metakrilat ditunjukkan oleh adanya pita  $R_2C=CHR$ , pita C=O dan pita C=C. Puncak yang membuktikan terjadinya cangkok pada karet alam ditunjukkan dengan adanya gugus karbonil (C=O) dari metil metakrilat dan C=C cincin benzena yang berasal dari stirena. Terjadi grafting dari metil metakrilat dan stirena terjadi pada tulang punggung karet alam.

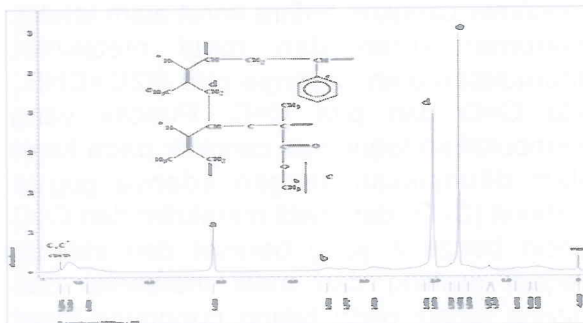


**Gambar 8.** Spektre FTIR karet alam lateks cangkok, stirena dan metil metakrilat pada komposisi 70% karet alam dan 30% monomer, inisiator potasium persulfat 2% dan SDS 1% (kondisi optimum)

Komposisi karet alam yang telah tercangkok oleh monomer stirena dan metil metakrilat ditentukan dengan menggunakan <sup>1</sup>H NMR, karet alam lateks yang telah tercangkok dilarutkan dalam CDCl<sub>3</sub>. Pada gambar 9, nampak spektrum <sup>1</sup>H NMR untuk lateks karet alam murni. Tampak pada puncak = 5,1 ppm merupakan resonansi dari proton methyne, pada puncak = 2,1 ppm menunjukkan proton methylene dan pada = 1,6 ppm menunjukkan proton dari methyl.



**Gambar 9.** Spektrum <sup>1</sup>H NMR dari karet alam lateks murni

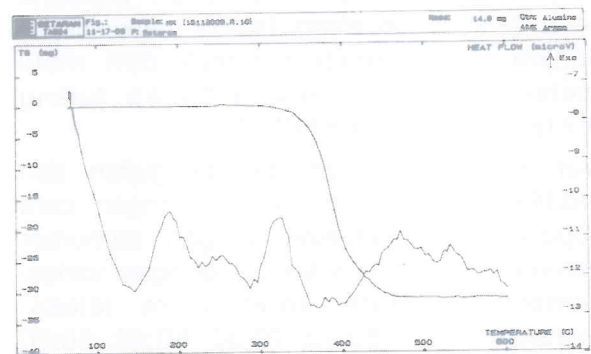


**Gambar 10.** Spektrum <sup>1</sup>H NMR dari elastomer termoplastik dari hasil cangkok komposisi 70% karet alam dan 30% monomer (kondisi optimum)

Selanjutnya untuk melihat bahwa proses cangkok monomer stirena dan metil metakrilat terhadap tulang punggung karet alam, maka dilakukan analisis <sup>1</sup>H NMR yang dapat dilihat pada gambar 10. tersebut diatas Dari spektrum NMR, puncak pada = 7,1 ppm (c) tampak proton aromatik dari gugus phenyl yang berasal dari stirena, puncak pada = 3,5 ppm (b) tampak proton methoxy dari gugus acrylic yang berasal dari metil metakrilat yang tercangkok dan puncak pada = 5,1 ppm (a) merupakan resonansi dari proton methyne yang berasal dari isoprena [11].

Hasil dari spektrum DTG (Deferential Thermal Gravitasi) dan TGA (Thermal Gravitasi Analysis) untuk karet alam lateks alam murni dapat dilihat pada gambar 11.

Dari analisa DTG/TGA untuk karet alam lateks, massa stabil sampai suhu 300°C, kemudian terjadi penurunan massa secara perlahan mulai suhu 300°C sampai suhu 320°C, kemudian terjadi penurunan massa secara cepat dengan laju konstan pada suhu 320-410°C dengan kecepatan 0,6 gr/°C, dan massa habis 99,9% pada suhu 460°C.

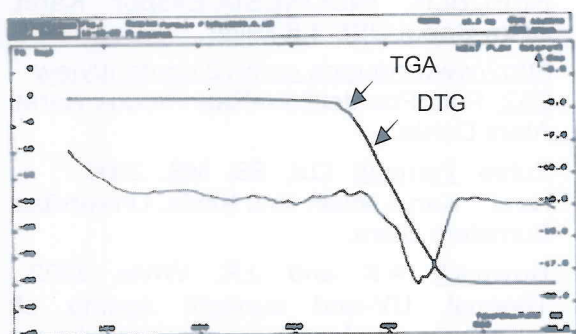


**Gambar 11.** Grafik DTG/TGA dari karet alam

Hasil dari spektrum DTG/TGA pada karet alam lateks yang tercangkok oleh polimetil metakrilat menunjukkan massa stabil sampai suhu 320°C, kemudian terjadi penurunan massa secara perlahan mulai suhu 320°C sampai suhu 380°C, kemudian terjadi penurunan massa secara cepat dengan laju konstan pada suhu 380-470°C dengan kecepatan 0,3 gr/°C, dan massa habis 99,9% pada suhu 480°C [12].



Hasil dari spektrum DTG dan TGA pada karet alam lateks yang tercangkok oleh stirena dan metil metakrilat pada kondisi optimum dapat dilihat pada gambar 12. Hasil analisa DTG/TGA pada karet alam lateks yang tercangkok oleh stirena/metil metakrilat menunjukkan massa stabil sampai suhu 350°C, kemudian terjadi penurunan massa secara cepat dengan laju konstan pada suhu 350-460°C dengan kecepatan 0,2 gr/°C, dan massa habis 99,9% pada suhu 480°C.



**Gambar 12.** Grafik DTG/TGA dari Termoplastik elastomer dengan komposisi 70% karet alam dan 30% monomer, inisiator potasium persulfat 2% dan SDS 1% (kondisi optimum)

Struktur morfologi dari elastomer termoplastik dengan komposisi 70% karet alam dan 30% monomer dengan perbandingan komposisi monomer stirena dan metil metakrilat adalah 1:1, menggunakan inisiator potasium persulfat 2% dan SDS 1% (kondisi optimum) dapat dilihat pada gambar 13. Pada gambar tersebut, struktur morfologi dari elastomer termoplastik terlihat homogen, hanya sedikit terlihat butiran-butiran monomer yang belum tercangkok yang terjebak dalam elastomer termoplastik, hal ini terjadi, pada saat dilakukan pencucian dengan aseton untuk menghilangkan monomer terpolimerisasi, tetapi tidak berikatan dengan rantai utama karet alam, serta pencucian dengan petroleum eter (PE) untuk menghilangkan karet alam yang tidak bereaksi dengan monomer mungkin kurang sempurna, sehingga pada saat pemisahannya masih ada butiran yang tertinggal. Pada kondisi optimum ini elastomer termoplastik yang terbentuk lebih transparan, lemas dan fleksibel.



**Gambar 13.** Struktur morfologi dari Elastomer Termoplastik dengan komposisi 70% karet alam dan 30% monomer, inisiator potasium persulfat 2% dan SDS 1% (kondisi optimum)

Hasil pengujian dan analisa data mengenai sifat mekanik yaitu kuat tarik dan mulur terhadap hasil percobaan elastomer termoplastik pada Sampel A, Sampel B dan Sampel C dapat dilihat pada tabel 6. Efisiensi cangkok terbaik adalah jumlah yang tertinggi, karena semakin tinggi nilai efisien cangkok maka semakin banyak pula monomer stirena/ metilmetakrilat yang berikatan dengan karet alam lateks. Akan tetapi jika terlalu banyak stirene/ metil metakrilat yang berikatan dengan karet akan menyebabkan keelastisan hasil produk berkurang.

Hasil proses kopolimer cangkok ini akan menghasilkan 3 bagian akhir, yaitu gabungan antara stirena/metil metakrilat dengan karet alam lateks, stirena/metil metakrilat yang berdiri sendiri terjebak dalam karet, karet yang berdiri sendiri dan terjebak dalam stirene/metil metakrilat

Hal ini akan mengakibatkan hasil gumpalan sampel seolah-olah banyak ternyata ketika dilakukan pencucian dengan metil etil keton dan aseton sebagian stirena/metil metakrilat yang terjebak didalam karet dapat hilang dan tercuci sehingga beratnya berkurang dan ketika dilakukan pencucian dengan petroleum eter hasil proses semakin mumi dari karet alam yang tidak tercangkok.

**Tabel 6.** Sifat mekanik dan efisiensi cangkok elastomer termoplastik

Sampel	Kuat Tarik (kg/cm <sup>2</sup> )	Mulur (%)	Efisiensi cangkok (%)
Termoplastik elastomer A, komposisi 70% Karet alam dan 30% monomer (stirena/metil metakrilat =1:1), inisiator potasium persulfat 2% & SDS 1%	4,6667	41,93	97,6
Termoplastik elastomer B, komposisi 60% karet alam dan 40% monomer (stiren/metil metakrilat =1:1), inisiator amonium perokso disulfat 2% & SDS 2%	2,4691	84,37	90,20
Termoplastik elastomer C, komposisi 80% karet alam dan 20% monomer (stiren/metil metakrilat) =1:1, inisiator amonium perokso disulfat 2%, dan SDS 0,65 gr/l air, air 200% terhadap berat organik	3,0894	76,47	67,39

Dari tabel 6 dapat diketahui, hasil terbaik dalam proses ialah elastomer termoplastik sampel A yaitu pada komposisi 70% karet alam lateks dan 30% monomer, komposisi monomer stiren:metil metakrilat adalah 1:1, inisiator potasium persulfat 2% dan emulsifier SDS 1%. Pada kondisi ini elastomer yang terbentuk mempunyai persen efisien cangkok yang paling tinggi yaitu sebesar 97,60%. Kuat tarik tertinggi yaitu 4,6667 kgf/cm<sup>2</sup> dan mulur terendah yaitu 41,93%. Dari evaluasi dan analisa data pengujian secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa perbandingan yang dapat dipakai tidak boleh lebih rendah dari 50:50 karena hasil yang didapatkan tidak akan terjadi kopolimer cangkok

### KESIMPULAN

Efisiensi cangkok maksimum dicapai sebesar 97,60% kuat tarik elastomer termoplastik sebesar 4,6667 kgf/cm<sup>2</sup> dan mulur 41,93% yang diperoleh pada komposisi karet alam lateks 70% dan monomer 30% komposisi monomer stirena dan metil metakrilat adalah 1:1 dengan inisiator potasium persulfat 2% dan emulsifier sodium dodesil sulfat 1%

### Ucapan Terimakasih.

Penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. LBS.Kardono dan Dr.Eng. Agus Haryono dari Pusat Penelitian Kimia LIPI Serpong atas semua bantuan, fasilitas laboratorium dan bimbingannya selaku pimpinan dan narasumber sehingga terselesainya tulisan ini .

### DAFTAR PUSTAKA

- <http://www.indonesia.go.id/id/index.php> REPUBLIK INDONESIA-Ekspor Karet Alam Capai US\$ 4,6 Miliar.
- <http://www.riapos.com/v2/content/view/262>, Riau Pos dotCom-Raja Produk Karet Alam Dunia.
- Zuhra Fatimah Out, SS. MS. 2006. "Karet". Karya ilmiah Ilmu Kimia. Universitas Sumatera Utara.
- Bowmick A.K and J.R. White 2002.. Thermal, UV-and sunlight ageing of thermoplastic elastomeric natural rubber-polyethylene blends. *Journal of Materials Science* 37, 5141-5151.
- Nampitch, T. and Vatanatham 2006, T. Grafting Efficiency of Emulsion Copolymerization of Styrene on Natural Rubber Latex. Technology and Innovation for Sustainable Development Conference. 28-32.
- Pukkate, N. and Yamamoto, Y.2008, Mechanism of Graft Copolymerization of Styrene onto Deproteinized Natural Rubber. *Colloid Polym. Sci.* 286:411-416.
- Rahma, NA, 2009 "Pembuatan Elastomer Termoplastik dari karet alam : stiren dengan proses copolymerization graft". Institut Pertanian Bogor.
- Cowd, M.A. 1991. Kimia Polimer. Penerbit Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [http://en.Wikipedia.org/wiki/Natural\\_rubber](http://en.Wikipedia.org/wiki/Natural_rubber)
- Arayaprane, W. et al.2001, Synthesis of Graft Copolymers from Natural Rubber using cumene hydroperoxide redox initiator. *J.Applied Polychem.Sci.* V01 83:2993-3001
- Bogner, A. 2008. *Grafting characterization of natural rubber latex particles:wet STEM imaging contributios.* France.
- Rao, V. and Johns, J 2008. Thermal Behaviour of Chitosan/Natural Rubber Latex Blends: TG and DSC Analysis. *J. Therm. Anal. Cal.* 92(3): 801-806.