

DOI: doi.org/10.21009/03.SNF2017.02.MPS.07

# OPTIMASI KOMPOSISI ORGANOCLAY UNTUK SIFAT MEKANIK KARET SINTETIS EPDM (ETHYLENE PROPYLENE DIENE MONOMER)

Yuliasari<sup>1,a)</sup>, M. Irfan Fathurrohman<sup>2,b)</sup>, Arif Tjahjono<sup>1,c)</sup>, Woro Andriani<sup>2,d)</sup>

<sup>1</sup>Prodi Fisika FST UIN Jakarta, Jl. Ir. H. Juanda No. 95 Cempaka Putih, Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan, Banten 15412

<sup>2</sup>Pusat Penelitian Karet, Jl. Salak No.1, Babakan, Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

Email: <sup>a)</sup>yuliasari@mhs.uinjkt.ac.id, <sup>b)</sup>irfan@puslitkaret.co.id, <sup>c)</sup>arifjahjono\_07@yahoo.co.id, <sup>d)</sup>woroandriani@gmail.com

## Abstrak

Komposit EPDM – Clay telah disintesis melalui proses melt compounding. EPDM tipe *buna 6470* dan sulfur digunakan masing-masing sebagai matriks polimer dan *curing agent*. *Filler* yang digunakan adalah *organoclay* jenis *cloisite 15 A*, dan komposit EPDM – Clay dikarakterisasi menggunakan XRD. Berdasarkan hasil XRD, *peak d001* yang tidak terdeteksi menunjukkan bahwa basal spasi yang terbentuk cukup besar dan menandakan terbentuknya struktur eksfoliasi. Hasil uji mekanik menunjukkan bahwa *tensile strength* dan *reinforcing index* (indeks penguatan) meningkat seiring dengan penambahan komposisi *organoclay*

**Kata-kata Kunci:** komposit EPDM – Clay, organoclay, melt compounding, eksfoliasi

## Abstract

EPDM - Clay Composite has been synthesized through the melt compounding process. EPDM type *buna 6466* and sulfur are used respectively as polymer matrix and curing agent. Filler used is organoclay type *cloisite 15 A*, and EPDM - Clay composite characterized using XRD. Based on XRD results, undetectable peak *d001* indicates that the basal space formed is large enough and signifies the formation of the exfoliation structure. The results of mechanical tests showed that the tensile strength and reinforcing index increased along with the addition of organoclay composition.

**Keywords:** EPDM – Clay composites, organoclay, melt compounding, exfoliation

## PENDAHULUAN

Tanah liat (*clay*) merupakan bahan alami yang dapat diaplikasikan sebagai bahan pengisi menggantikan karbon hitam pada industri karet. Tanah liat adalah mineral murah dan setelah dimodifikasi menjadi bagian penting dalam industri karet, dimana penggunaannya sebagai bahan pengisi ekonomis dan ramah lingkungan untuk memodifikasi karakteristik dan perbaikan sifat karet alam dan sintetis sebagai bahan baku suatu produk [1].

*Organoclay* merupakan lempung (*clay*) yang dimodifikasi dengan menggunakan kation organik. Kation tersebut dapat merubah sifat lempung dari hidrofilik (suka air) menjadi lebih hidrofobik (tidak suka air) sehingga menjadi kompatibel dengan karet alam untuk dijadikan sebagai bahan pengisi. Penelitian terkait pemakaian *organoclay* pada polimer dilakukan pertama sekali oleh tim riset dari

Toyota [2] yang melakukan analisis tentang nanokomposit dari *polyamide 6* dengan *organophilic clay (organoclay)*. Hasilnya menunjukkan bahan mengalami peningkatan dalam hal sifat mekanik dan sifat fisik produk jika dibandingkan dengan *polyamide 6* dalam bentuk murninya.

Dari sekian banyak jenis tanah liat, *montmorillonite* merupakan bahan anorganik paling sering yang ditambahkan sebagai bahan pengisi pada karet alam [3]-[5]. *Montmorillonite* terdiri lapisan-lapisan berukuran nanometer (0,96 nm) dengan jarak antar lapisan 1,2 nm hingga 1,5 nm, serta memiliki kemampuan untuk mengalami interkalasi (peningkatan jarak antar lapisan) dan eksfoliasi (pemecahan lapisan-lapisan hingga terdispersi merata, seperti fiber ukuran sangat kecil, dalam matriks tertentu) [6]. Interkalasi dan terutama eksfoliasi berkorelasi dengan peningkatan sifat mekanik suatu matriks material lain [7]. Saat ini *organoclay* berbasis *montmorillonite* sudah tersedia secara komersial dengan merk dagang antara lain Cloisite® [4],[8],[9].

Pembuatan nanokomposit dengan menggunakan *organoclay* yang telah ditambahkan asam stearat secara insitu dan eksitu pada berbagai jenis karet sintetis, yaitu *NBR*, *SBR* dan *EPDM* [14]. Maksud dari percobaan ini adalah untuk melihat pengaruh *organoclay* pada pembuatan komposit EPDM-Clay terhadap sifat mekanik.

## METODE PENELITIAN

TABEL 1. Formulasi Kompon

No.	Nama Bahan	Massa Bahan (Gram)				
		0	3	5	7	10
1	Karet Mentah EPDM	250	250	250	250	250
2	<i>Organoclay</i>	0	7,5	12,5	17,5	25
3	Sulfur	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

### Bahan

Penelitian ini menggunakan *organoclay* komersial Cloisite® 15A dari *Southern Clay Products, Inc. Rockwood Additives*. Karet sintetis EPDM jenis *buna 6470*. Bahan kimia kompon karet yang digunakan adalah sulfur.

### Pembuatan Komposit EPDM - Clay

Pencampuran *organoclay* ke dalam karet alam dibuat dengan menggunakan metode pelelehan kompon (*melt compounding*) dalam alat *open mill*. Pembuatan nanokomposit karet alam-*organoclay* dalam percobaan ini komposisi *organoclay* yang digunakan adalah sebesar 0, 3, 5, 7 dan 10 per hundred rubber (phr). Proses pembuatan kompon mengikuti formulasi pada Tabel 1. Pencetakan dilakukan menggunakan alat *compression molding* pada suhu 150°C dengan tekanan 100 kg/cm<sup>2</sup>.

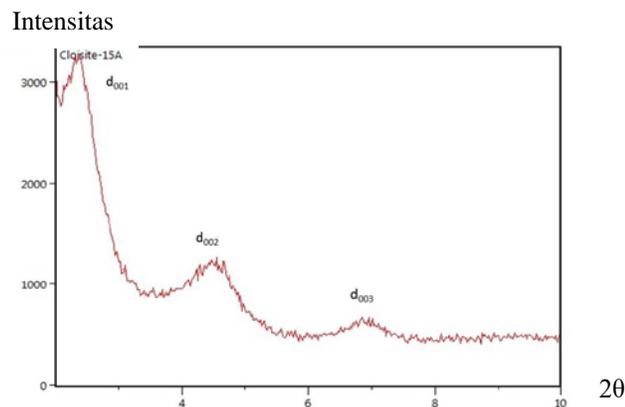
### Uji Mekanik Vulkanisat

Nilai kekerasan dari vulkanisat sampel uji diukur dengan bantuan alat *Shore A-Hardness Tester* yang mengacu pada ISO 7619-04. Uji kuat Tarik mengacu pada ISO 37-2005 dengan potongan sampel sesuai standar setebal 2,0 ± 0,2 mm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Struktur Dispersi Clay

Karakterisasi XRD dilakukan dengan interval  $2\theta$  sebesar  $0^{\circ} - 10^{\circ}$ . Karakterisasi ini difokuskan untuk melihat struktur dispersi *clay* yang terbentuk. Dispersi *clay* yang diharapkan terjadi pada penelitian ini adalah eksfoliasi, dimana lapisan *clay* terdispersi ke dalam EPDM dengan pemisahan dan orientasi yang acak. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hackman dan Hollaway pada tahun 2005, keberadaan *clay* yang acak akan memberikan penguatan mekanik yang cukup besar.



GAMBAR 1 Difraktogram Organoclay

Gambar 1 menunjukkan pola difraksi *organoclay*, dimana terdapat tiga buah *peak* yang muncul pada interval  $2\theta : 0 - 10^{\circ}$ , ketiga *peak* yang muncul adalah milik *organoclay*. Dimana nilai *d-spacing* menunjukkan ukuran galeri *clay*, semakin besar nilai *d-spacing* maka akan semakin besar ukuran galeri *clay* dan akan semakin memudahkan rantai EPDM untuk masuk ke dalam galeri.

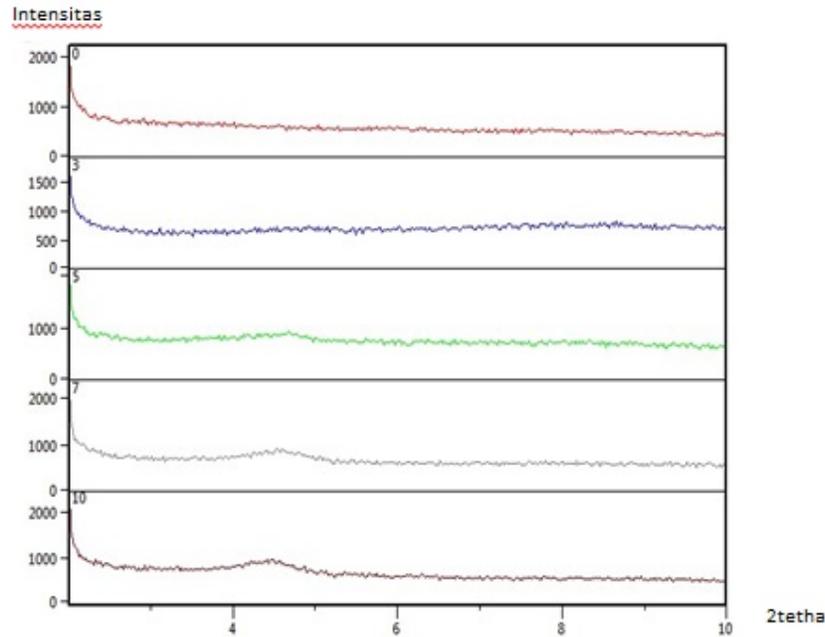
Tabel 2 Peak Organoclay

Peak	$2\theta$	d-spacing
$d_{001}$	$2,37^{\circ}$	3,6 nm
$d_{002}$	$4,58^{\circ}$	1,9 nm
$d_{003}$	$6,88^{\circ}$	1,25 nm

Terlihat pada tabel 2 *peak*  $d_{001}$  memiliki *d-spacing* yang paling besar, hal ini menunjukkan bahwa eksfoliasi akan lebih mungkin terjadi pada *peak*  $d_{001}$ . Struktur dispersi *clay* eksfoliasi maupun interkalasi dapat diketahui berdasarkan keberadaan *peak*  $d_{001}$  pada pola difraksi komposit EPDM – Clay[1,2]. Gambar 2 menunjukkan pola difraksi kelima sampel dengan komposisi *organoclay* yang berbeda yaitu 0, 3, 5, 7 dan 10 phr. Sampel 0 bertindak sebagai kontrol, dimana pada sampel ini tidak ditambahkan *organoclay* pada saat proses pencampuran berlangsung.

Keempat sampel yaitu sampel 3, 5, 7 dan 10 menunjukkan ketidakhadiran *peak*  $d_{001}$  pada masing-masing pola difraksi. Pergeseran *peak*  $d_{001}$  menjadi tidak terdeteksi pada komposit polimer – *clay*

menunjukkan bahwa struktur yang terbentuk adalah eksfoliasi[1,2], dimana lapisan-lapisan *clay* (*layer*) telah terdispersi secara acak di dalam matriks EPDM. Ukuran galeri *clay* (*interlayer*) diketahui berdasarkan besar *d-spacing peak*  $d_{001}$ [3], dimana eksfoliasi terjadi dengan rata-rata *d-spacing* lebih besar dari 7 nm[4]. Tidak terdeteksinya *peak*  $d_{001}$  pada pola difraksi sampel 3, 5, 7 dan 10 menunjukkan bahwa *d-spacing* yang terbentuk cukup besar. Besarnya *d-spacing peak*  $d_{001}$  menunjukkan terdapatnya orientasi acak lapisan-lapisan *clay*[5]. Sebaliknya, adanya *peak*  $d_{001}$  menunjukkan terbentuknya struktur interkalasi, dimana lapisan-lapisan *clay* belum berhasil terpisah dan tidak tersusun secara acak.



**GAMBAR 2.** Difraktogram XRD EPDM

Namun, untuk memastikan struktur komposit EPDM – *Clay* yang terbentuk maka karakterisasi FESEM perlu dilakukan. Hal ini dikarenakan keterbatasan alat XRD yang digunakan, pada umumnya *peak* organoclay muncul dimulai pada sudut  $2\theta$  sebesar  $0^{\circ}$ , namun XRD pada penelitian ini dimulai pada  $2\theta$  sebesar  $2^{\circ}$ . Maka masih belum bisa dipastikan apakah pergeseran *peak*  $d_{001}$  benar-benar hilang (*amorf*) ataupun *peak* bergeser ke kiri dan berada pada  $2\theta$  kurang dari  $2^{\circ}$  hingga tidak terlihat.

Oleh karena itu, selain karakterisasi FESEM perlu dilakukan, terbentuknya struktur eksfoliasi maupun interkalasi juga perlu diverifikasi dengan data uji mekanik, dimana eksfoliasi terjadi apabila sampel 7 lebih baik dari sampel lain.

### Sifat Mekanik

Pengaruh variasi komposisi *organoclay* (0, 3, 5, 7 dan 10 phr) terhadap sifat mekanik komposit EPDM – *Clay* telah dipelajari. Pengujian mekanik yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji tarik dan uji kekerasan.

**TABEL 2.** Sifat Mekanik

Sampel	Hardness	Tensile Strength	Modulus 100%	Modulus 300%	Reinforcing Index
Phr	Shore A	MPa	MPa	MPa	
0	68	16.9	1.3	2.6	2
3	68	8.6	1.6	2.5	1.6
5	68	15.1	1.5	2.6	1.7
7	67	17.2	1.4	3.3	2.4
10	65	15.4	1.6	2.5	1.6

Peningkatan sifat mekanik dan termal ditandai dengan terbentuknya struktur eksfoliasi maupun interkalasi pada komposit EPDM – *Clay*. Peningkatan sifat mekanik maksimum terjadi apabila terbentuk struktur eksfoliasi. Pembuktian struktur eksfoliasi dilihat berdasarkan peningkatan sifat mekanik berupa kekuatan tarik, kekerasan dan indeks penguatan. Dimana indeks penguatan merupakan perbandingan antara modulus 300 dan modulus 100 yang menunjukkan tingkat penguatan *clay* terhadap EPDM, semakin tinggi nilai indeks penguatan (*reinforcing index*) maka penguatan *clay* terhadap EPDM semakin baik.

Peningkatan sifat mekanik ditandai dengan terbentuknya struktur eksfoliasi maupun interkalasi pada komposit EPDM – *Clay*. Peningkatan sifat mekanik maksimum terjadi apabila terbentuk struktur eksfoliasi. Pembuktian struktur eksfoliasi dilihat berdasarkan peningkatan sifat mekanik berupa kekuatan tarik, kekerasan dan indeks penguatan. Dimana indeks penguatan merupakan perbandingan antara modulus 300 dan modulus 100 yang menunjukkan tingkat penguatan *clay* terhadap EPDM, semakin tinggi nilai indeks penguatan (*reinforcing index*) maka penguatan *clay* terhadap EPDM semakin baik.

Tabel 2 menunjukkan nilai uji mekanik seluruh sampel. Nilai kekerasan cenderung konstan pada semua sampel, hanya terjadi sedikit penurunan pada sampel 10. Sedangkan pada nilai kekuatan tarik dan indeks penguatan, sampel 7 mengalami peningkatan yang signifikan, berbeda dengan sampel 3, 5 dan 10 yang memiliki nilai mekanik cenderung lebih rendah dari sampel 0 seperti yang tertera pada tabel 2. Peningkatan pada sampel 7 menunjukkan bahwa telah terjadi eksfoliasi yang lebih baik dari sampel lain, hal ini dapat dilihat dari peningkatan yang signifikan pada sifat mekanik.

## SIMPULAN

Penambahan *organoclay* ke dalam matriks karet sintesis EPDM telah meningkatkan sifat mekanik material. Hasil analisis XRD menunjukkan bahwa *peak* d001 dan perubahan basal spasi tidak terdeteksi pada seluruh sampel, hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi struktur eksfoliasi pada material komposit EPDM – *Clay*.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dalam proses penelitian, kepada pegawai Pusat Penelitian Karet, Teh Yati, Pak Aos, Pak Jaenal, Mba Santi, Mba Nurma, juga Ibu Tuti dosen UNSRI dan Pak Pri dari UIN Jakarta yang membantu penelitian ini hingga berjalan dengan baik, dan kepada orang-orang yang membantu memberikan kritik dan saran.

## REFERENSI

- [1] M. Galimberti, "Rubber-Clay Nanocomposite, Science, Technology and Applications", A John Wiley and Sons Inc., (2011)
- [2] A. Usuki et al., "Journal of Materials Research", **8** (1993) 1185-1189
- [3] M. Arroyo et al., "Polymer", **44** (2003) 2447-2453
- [4] G. Ramorino et al., "Composites Science and Technology", **69** (2009) 1206-1211
- [5] Z. Gu et al., "Applied Clay Science", **50** (2010) 143-147
- [6] L. A. Utracki and M. R. Kamal, "The Arabian Journal for Science and Engineering", **27** (2002) 43-67
- [7] G. S. Jeon et al., "Korean Journal Chemical Engineering", **16** (1999) 434-440
- [8] L. N. Carli et al., "Applied Clay Science", **52** (2011) 56-61
- [9] T. P. Mohan et al., "Journal of Industrial and Engineering Chemistry", **17** (2011) 264-270
- [10] A. K. Das, W. Stöckelhuber et al., "Rohstoffe und Anwendungen Raw Materials and Applications", (2010)
- [11] A. Sari and O. Ipyaldak, "Bulletin Chemical Society of Ethiopia", **20** (2) (2006) 259-267
- [12] A. Sari and M. Soylak, "Journal Serbia Chemical Society", **72** (5) (2007) 485-494
- [13] S. Mihajlovic et al., **53** (4) (2009) 268-275
- [14] Y. Ma et al., "Journal of Applied Polymer Science", **109** (2008) 1925-1934
- [15] B. Dogadkin and J. Beniska, "Rubber Chemical Technology", **31** (1958) 329
- [16] K. Yao et al., "Polymer", **43** (2002) 1017-1020