

Pengaruh Kadar *Coupling Agent Maleated Natural Rubber* Terhadap Morfologi Dan Sifat Karet Alam Thermoset Dengan Filler Abu Sawit/*Carbon Black*

Andri Mulia¹⁾, Bahrudin² dan Irdoni²

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru Kode Pos 28293

Email: muliasage@gmail.com

ABSTRACT

Maleated Natural Rubber (MNR) is a coupling agent which serves to facilitate mixing natural rubber and filler. This research aims to determine the effect of concentration MNR on the morphology and properties of thermoset rubber with fly ash/carbon black as filler. MNR content used were 2 phr 3 phr and 5 phr (per hundred rubber). Mastication process is carried out using a roll mill at room temperature, roll rotational speed of 20 rpm, and the overall time of the manufacture of compound ± 50 minutes. Constant variable is fly ash/carbon black, paraffin as plasticizer, ZnO as activator, stearic acid as co-activator, MBTS as accelerator, TMQ as anti-degradant, and sulfur as curative agent. The ratio of mass hybrid filler fly ash/carbon black used were 0/100; 30/70; 50/50; 70/30 and 100/0. Vulcanization process was carried out at a temperature of 150 °C and pressure of 50 kgf/cm². Mechanical properties test includes tensile strength, elongation at break and elastic modulus using ISO 527-2 type 5A standard with a universal testing machine. Morphology test was carried out using a scanning electron microscope (SEM) and other parameter test was water absorption resistance. The result showed that coupling agent MNR affect the nature of thermoset and rubber. Best morphology image shows more evenly distributed filler, and interaction of filler and rubber formed quite homogeneous and uniform. The best mechanical properties obtained at 3 phr MNR with filler ratio of fly ash/carbon black 50/50 with a tensile strength of 18,147 MPa, elongation at break 1402.8 % and elastic modulus of 0.7688 MPa.

Keywords : fillers hybrid , MNR, natural rubber, thermoset rubber.

1. Pendahuluan

Karet alam berperan penting dalam ekspor Indonesia. Berdasarkan data Dirjen Perkebunan, luas areal perkebunan karet nasional pada 1968 baru 2,2 juta hektar tapi meningkat pesat pada 2009 mencapai 3,43 juta hektar yang terdiri 85% perkebunan rakyat, 8% swasta dan 7% dari BUMN. Sementara itu, produksi karet nasional pada tahun 2010 mencapai 2,4 juta ton dengan produktivitas 0,9 ton/hektar, sedangkan ekspor mencapai 1,99 juta ton. Pada tahun 2013, produksi karet nasional diperkirakan mencapai 2,7 juta ton dari luas areal tanam 3,6 juta hektar serta produktivitas 0,95 ton/hektar (Dirjen perkebunan, 2012). Namun potensi ini belum dimanfaatkan secara optimal mengingat usaha perkaretan di Indonesia masih tergolong kurang maju bila dibandingkan dengan perkembangan produksi dan kemajuan teknologi di negara lain. Perkebunan karet tersebar di seluruh Kabupaten kota di Riau seperti : Kabupaten

Bengkalis, Kabupaten Indragiri Hilir, Kabupaten Indragiri Hulu, Kabupaten Kampar, Kabupaten Kuantan Singingi, Kabupaten Pelalawan, Kabupaten Rokan Hilir, Kabupaten Rokan Hulu, Kabupaten Siak, dan Kota Dumai.

Potensi ini belum dimanfaatkan secara optimal mengingat usaha perkaretan di Indonesia masih tergolong kurang maju bila dibandingkan dengan perkembangan produksi dan kemajuan teknologi di negara lain. Karet (bahan *elastomer*) diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu karet vulkanisat atau *thermoset rubber* dan *thermoplastic elastomer*. *Thermoplastic elastomer* merupakan perpaduan antara *elastomer* dengan *thermoplastic* seperti polipropilen, sedangkan karet vulkanisat tidak terdapat *thermoplastic* didalam campurannya (Hargest, 2004).

Teknologi karet mulai muncul ketika ditemukan produk dari lateks alam, yang

dikenal sebagai karet alam atau *natural rubber* (NR), yang mempunyai struktur molekul *cis*-1,4-polyisoprene. Karet alam memiliki sifat tidak tahan terhadap ozon, minyak temperatur tinggi dan fasa karet alam tidak mudah terdistribusi untuk membentuk campuran yang kompatibel. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat karet alam secara fisik maupun secara kimia yaitu dengan memodifikasi molekul karet alam baik secara fisik maupun secara kimia. Modifikasi karet alam dapat dilakukan dengan mencampurkan (*blending*) karet dengan bahan-bahan yang bisa mendukung merubah sifat dan morfologi karet alam menjadi sesuai dengan yang diinginkan. Salah satunya dengan proses vulkanisasi karet alam menjadi karet alam vulkanisat (*thermoset rubber*) (Bahruddin, 2011).

Penelitian mengenai karet alam termoset telah lama berkembang. Namun pengembangan penelitian mengenai karet alam termoset terus dilakukan untuk meningkatkan spesifikasi produk yang sesuai dengan kebutuhan. Penelitian yang telah dilakukan umumnya memvariasikan filler yang digunakan seperti yang dilakukan Hildayati dkk (2009) dan Sasongko (2012). Sifat dan morfologi karet alam termoset dapat ditingkatkan lagi dengan menggunakan *coupling agent*. Penggunaan *coupling agent* dalam pembuatan karet alam termoset belum banyak dilakukan. Umumnya *coupling agent* yang digunakan merupakan *coupling agent* komersil yang memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi. Pada penelitian ini, *coupling agent* yang digunakan merupakan *Maleated Natural Rubber* (MNR). Penggunaan MNR diharapkan dapat membantu interaksi karet dan *filler* sehingga dapat meningkatkan sifat dan morfologi karet alam termoset.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah Karet Alam (*natural rubber*) SIR 20 sebagai komponen elastomer, Nanofiller yang digunakan Abu sawit sdebangai *filler* 1 diperoleh dari pabrik *Crude Palm Oil* (CPO) yang berada di Sorek, Pekanbaru (PT. Sarikat Putra Riau) dari sisa pembakaran cangkang dan sabut sawit dalam *boiler* yang jatuh dalam *dumper dust collectordan Carbon Black N220* sebagai *filler* 2. *Coupling agent* yang digunakan yaitu *Maleated natural rubber* (MNR), *Plastisizer* yang digunakan yaitu *Paraffin*.

Bahan *additive* yang digunakan yaitu Asam stearat sebagai *co-activator*, *Mercaptodibenzothiazyl disulfide* (MBTS) sebagai *vulcanization accelerator*, *Zincoxide* sebagai *activator*, *Trimethylquinone* (TMQ) sebagai *anti degradant*, Sulfur sebagai *curative agent*. Alat yang digunakan adalah *Rollmill* dan *Hot press*.

2.2 Penyiapan Kompon Karet

Proses penyiapan kompon karet dapat dilakukan dengan cara yaitu karet dimastikasi dengan menggilingnya dalam *roll mill* sampai teksturnya halus dan lunak. Karet ditambahkan dengan bahan aditif pada suhu kamar dengan kecepatan putaran *roll* 20 rpm. Bahan untuk proses pencampuran ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Bahan Dan Kuantitas Pembuatan Kompon Karet

No	Bahan	Kuantitas
1	Karet (NR)	100 gr
2	<i>plasticizer</i>	2,5 phr
3	Penambahan MNR	2, 3, dan 5 phr
4	<i>Filler</i>	30phr
5	Nisbah <i>Filler</i> (Abu Sawit/ <i>Carbon Black</i>)	100/0x; 50/50 dan 30/70
6	Penambahan ZnO	5 phr
7	Penambahan asam stearat	3 phr
8	Penambahan TMQ	1 phr
9	Penambahan MBTS	0,6 phr
10	Penambahan Sulfur	3 phr

Proses Vulkanisasi

Vulkanisasi merupakan suatu proses pembentukan polimer untuk saling bertautan satu sama lain (*crosslinking*). Proses vulkanisasi kompon dilakukan menggunakan *hot press* dengan membentuknya seperti lembaran flat. Kompon dibentuk lembaran dan dipotong sebesar ukuran cetakan (*spisel*) berbentuk lingkaran dengan diameter 20 cm dan ketebalan 2 mm. Kedua permukaan *spisel* ditutupi dengan *glossing plate* yaitu logam datar yang terbuat dari aluminium. Alat *hot press* diset pada suhu 150°C, kemudian sampel yang telah berada didalam cetakan di-*press* dengan tekanan 200 kgf/cm² selama 15 menit. Sampel yang terbentuk merupakan kompon yang telah mengalami vulkanisasi (*thermoset rubber*).

2.3 Analisa Hasil

Uji Tarik (*Tensile Strength* dan *Elongation at Break*)

Pengujian sifat mekanik meliputi *tensile strength* dan *elongation at break* dan *elastic modulus*. Alat yang digunakan untuk melakukan uji *tensile* adalah *Universal Testing Machine* (UTM). Penyiapan sampel dilakukan dalam dua tahap yaitu pembuatan spesimen uji (ISO 527-2 type 5A) dan proses uji tarik (*tensile testing*). Spesimen uji dibentuk menggunakan alat *dummbel* sesuai dengan ISO 527-2 type 5A. Spesimen dipotong dari setiap titik pada lembaran sampel dan minimal berjumlah 5 spesimen. Spesimen tersebut diuji tarik dengan kecepatan 500 mm/menit. Hasil uji tarik yang diperoleh berupa grafik hubungan tegangan (*stress*) terhadap regangan (*strain*) dari masing-masing spesimen uji.

2.4 Uji Penyerapan Air

Sampel yang akan diuji sebelumnya dipotong kecil-kecil dengan ukuran 1 cm x 1 cm. Sampel tersebut ditimbang beratnya terlebih dahulu dan direndam dalam *aquadest* pada suhu kamar dan ditimbang dengan selang waktu 24 jam. Perendaman ini terus dilakukan hingga massa dari sampel tersebut konstan. Berat konstan sesudah perendaman dikurangi dengan berat sebelum perendaman sehingga dengan begitu diketahui kadar

serapan airnya (Ismail dkk, 2005). Persentase serapan air ini dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Penyerapan air} = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\%$$

Sumber : Ismail dkk (2005)

dimana : W_k = berat sampel kering (gr)

W_b = berat sampel setelah direndam air (gr)

2.4 Analisa SEM (*Scanning Electron Microscope*)

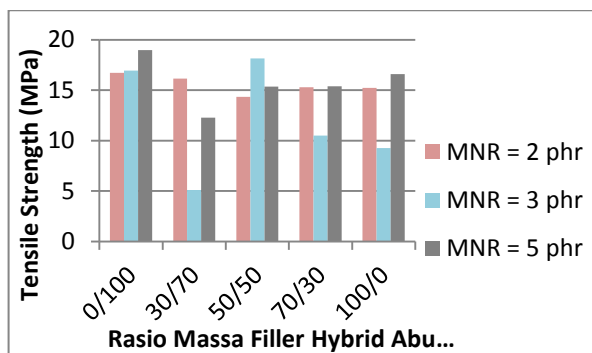
Sebelum dilakukan analisa SEM, sampel yang akan discan terlebih dahulu direndam didalam nitrogen cair selama ± 2 menit. Sampel yang telah direndam nitrogen cair dipatahkan dan dilapisi platina (*coating platina*). Perbesaran morfologi sampel dilakukan untuk dapat mengamati distribusi *filler* didalam kompon karet dengan cukup jelas. Morfologi karet vulkanisat diamati dengan 2 kali perbesaran.

3. Hasil Dan Pembahasan

Hasil penelitian *Thermoset Rubber*, serta analisa data percobaan akan diuraikan dalam bab ini. Dalam penelitian ini, variable berpengaruh yang dipelajari adalah pengaruh *plasticizer* minyak kelapa dan kadar serta rasio dari *filler hybrid abu sawit/carbon black*. Dengan melihat pengaruhnya, maka diperoleh hasil berupa sifat mekanik dan morfologi *Thermoset Rubber*.

3.1 Sifat Mekanik Karet Vulkanisat

Sifat mekanik *Thermoset Rubber* yaitu sifat dimana ukuran kemampuan material *Thermoset Rubber* untuk menahan gaya luar yang bekerja pada *Thermoset Rubber*. Uji sifat mekanik atau uji tarik bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan *Thermoset Rubber* dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine*. Parameter yang menjadi dasar utama dalam menilai sifat mekanik suatu material *Thermoset Rubber* adalah nilai *tensile strength*, *elongation at break* dan *elastic modulus* yang dihasilkan. Hasil analisa sifat mekanik *Thermoset Rubber* dengan variasi kadar *coupling agent* dan rasio *filler hybrid* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.1, 3.2, dan 3.3.



Gambar 3.1 Pengaruh Kadar *Coupling Agent* dan *Filler Hybrid* Terhadap *tensile strength* *Thermoset Rubber*

Dari Gambar 3.1 dapat dipelajari pengaruh kadar *Coupling Agent* dan *Filler Hybrid* pada *Thermoset Rubber* terhadap *tensile strength*-nya. *Tensile strength* merupakan tegangan maksimum material untuk dapat menahan ketika sedang diregangkan atau ditarik sebelum putus. Dari Gambar 3.1 dapat dilihat peningkatan *tensile strength* tertinggi pada *Thermoset Rubber* dengan kadar *Coupling Agent* 5 phr dan kadar *filler* 30 phr dengan rasio Abu Sawit / Carbon Black 0/100 dengan nilai 18,96 kgf/cm², jika dibandingkan dengan *thermoset rubber* pada kadar *coupling agent* 2 dan 3 phr dengan nisbah AS/CB yang sama. Sedangkan untuk nilai *tensile strength* terendah terdapat pada *thermoset rubber* dengan kadar *coupling agent* MNR 3 phr, kadar *filler* 30 phr dan rasio 30/70 dengan nilai 5,114 kgf/cm². Namun nilai *tensile strength* yang diambil adalah pada kadar *coupling agent* 3 phr dan rasio *filler* abu sawit/carbon black 50/50 yaitu sebesar 18,147 Kgf/cm². Hal ini dikarenakan fokus penelitian ini menggunakan *filler hybrid* abu sawit/carbon black.

Berdasarkan hasil analisa menunjukkan bahwa perbedaan penambahan kadar *Coupling Agent* dan *filler* pada pembuatan *Thermoset Rubber* sangat mempengaruhi nilai *tensile strength* material tersebut. Nilai *Tensile strength* dari *Thermoset Rubber* yang hanya menggunakan *filler* abu sawit saja jauh lebih rendah dibanding dengan menggunakan *filler hybrid* AS/CB. Hal ini disebabkan oleh silika yang terkandung dalam abu sawit. Silika memiliki sifat polar sehingga cenderung membentuk aglomerasi (Wang dkk, 2001).

Gugus hidroksil yang dimiliki oleh silika akan berusaha membentuk ikatan hidrogen dengan molekul silika atau material lain yang bersifat polar sehingga interaksi antara polimer dan *filler* menjadi lemah (Saowapark, 2005). Penambahan *filler* menjadi 50 phr menyebabkan karet tidak mampu berinteraksi dengan *filler* dikarenakan terlalu jenuh. Rongga – rongga kosong pada karet lebih terisi dengan *filler*. Hal ini dapat menurunkan sifat mekanik seperti *tensile* dan ketahanan abrasi.

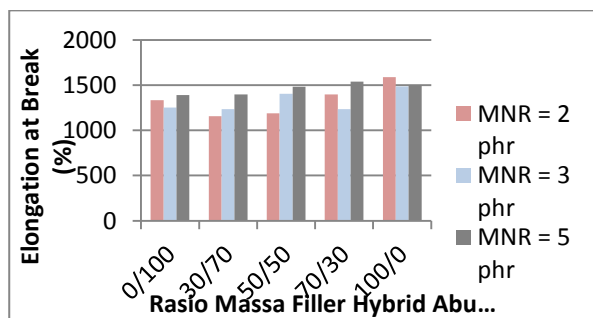
Tensile strength merupakan tegangan maksimum material untuk dapat menahan ketika sedang diregangkan atau ditarik hingga putus. Pada Gambar 3.1 peningkatan kadar MNR yang digunakan pada *thermoset rubber* cenderung tidak stabil. *Tensile strength thermoset rubber* mengalami penurunan pada kadar MNR 3 phr dan peningkatan pada kadar MNR 5 phr pada rasio massa *filler hybrid* abu sawit/carbon black 30/70; 70/30; dan 100/0. Pada rasio massa *filler hybrid* abu sawit/carbon black 0/100, *tensile strength* cenderung meningkat sebanding dengan peningkatan kadar MNR. Sedangkan pada *thermoset rubber* dengan rasio massa *filler hybrid* abu sawit/carbon black 50/50, *tensile strength* mengalami peningkatan pada kadar MNR 3 phr dan penurunan pada kadar MNR 5 phr.

Nilai *tensile strength thermoset rubber* yang diperoleh cenderung tidak stabil pada saat kadar MNR ditingkatkan. Hal ini dipengaruhi rasio massa *filler hybrid* abu sawit/carbon black. Pada pembuatan TR ditambahkan bahan pengisi (*filler*) ke dalam *natural rubber*. *Natural rubber* merupakan material non polar sedangkan *filler* merupakan material polar, sehingga gaya adhesi dan interfase antara polimer dengan bahan pengisi sangat lemah. MNR berperan sebagai *coupling agent* yang berfungsi sebagai jembatan penyambung perbedaan sifat antara karet alam dengan bahan pengisi tersebut. Fungsi dasar dari *coupling agent* adalah untuk meningkatkan gaya adhesi dan menurunkan energi permukaan antara *filler* dengan karet alam (Nakason dkk, 2006).

Namun, penggunaan kadar MNR yang masih rendah menyebabkan hubungan *filler* dengan karet masih lemah sehingga

persebaran *filler* tidak merata dan mempengaruhi kekuatan *thermoset rubber*.

Sedangkan penambahan *coupling agent* yang terlalu banyak menyebabkan *coupling agent* tidak hanya mengikat *filler* yang ada, melainkan sudah saling mengikat dengan sesamanya sehingga *thermoset rubber* yang dihasilkan lebih elastis dengan nilai *tensile strength* yang menurun.

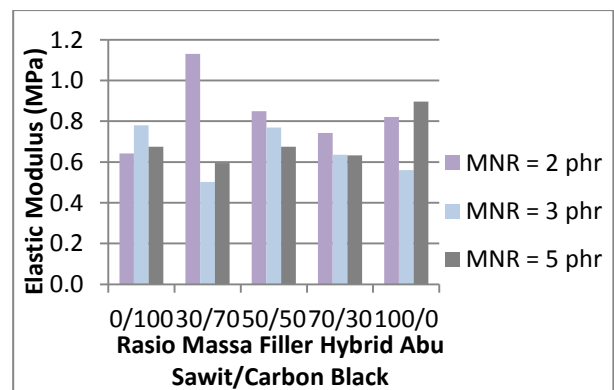


Gambar 3.2 Pengaruh Kadar *Coupling Agent* dan *Filler Hybrid* Terhadap *Elongation at Break* *Thermoset Rubber*

Elongation at Break merupakan regangan pada material pada saat sebelum material tersebut putus. Nilai *elongation at break* berbanding terbalik dengan nilai *tensile strength*. Peningkatan nilai *elongation at break* berbanding lurus dengan peningkatan kadar abu sawit yang digunakan. Nilai *elongation at break* tertinggi terdapat pada sampel yang menggunakan kadar *coupling agent* MNR 2 phr dan kadar *filler* 30 phr dengan rasio AS/CB 100/0 yaitu sebesar 1586,1 %. Sedangkan untuk *thermoset rubber* yang memiliki nilai *elongation break* terendah yaitu pada sampel dengan kadar *coupling agent* MNR 2 phr dan rasio AS/CB 30/70 sebesar 1155,9 %. *Carbon black* akan meningkatkan *elongation at break* jika ditinjau dari interaksi *filler carbon black* dan polimer yang lebih kuat. Namun struktur dari *carbon black* yang besar dapat meningkatkan viskositas dari kompon karet vulkanisat sehingga kemampuan *carbon black* untuk meningkatkan *elongation at break* menjadi berkurang. Sampel karet termoset dengan nilai *elongation at break* tertinggi (kadar 30 phr, AS/CB 100/0) memiliki *elongation at break* yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan karet termoset yang menggunakan *filler hybrid*. Silika lebih cenderung meningkatkan kekerasan (*hardness*) dari karet

vulkanisat. Kekerasan ini menurunkan elastisitas dari karet vulkanisat yang mengakibatkan *elongation at break* yang diperoleh lebih rendah. Namun abu sawit tidak mengandung 100% silika, ada kandungan senyawa lain di dalamnya sehingga tingkat kekerasan yang dihasilkan abu sawit terhadap *thermoset rubber* berkurang, yang menyebabkan nilai *elongation at break* untuk *filler* abu sawit lebih tinggi.

Pada Gambar 3.2 menunjukkan peningkatan kadar MNR pada *thermoset rubber* menghasilkan nilai *elongation at break* yang belum stabil. Pada rasio massa *filler hybrid* abu sawit/*carbon black* 30/70 dan 50/50, *elongation at break* meningkat sebanding dengan peningkatan kadar MNR. Peningkatan nilai *elongation at break* disebabkan *coupling agent* MNR yang digunakan memiliki sifat elastis seperti karet. MNR terbuat dari karet alam yang dicangkokkan gugus polar dari MAH kedalamnya. Namun, pada rasio massa *filler hybrid* abu sawit/*carbon black* 0/100, 70/30 dan 100/0, nilai *elongation at break* cenderung mengalami penurunan dari kadar MNR 2 ke 3 phr dan meningkat pada 5 phr. Hal ini dipengaruhi oleh rasio massa *filler hybrid* abu sawit/*carbon black* yang digunakan. Semakin tinggi kadar abu sawit yang digunakan maka nilai *elongation at break* yang diperoleh cenderung semakin tinggi. Secara teori, silika yang terdapat pada abu sawit akan meningkatkan kekerasan (*hardness*) dari karet vulkanisat. Namun abu sawit tidak mengandung 100% silika,



Gambar 3.3 Pengaruh Kadar *Coupling Agent* dan *Filler Hybrid* Terhadap *Elastic modulus* *Thermoset Rubber*

Pada Gambar 3.3 menunjukkan peningkatan kadar MNR pada karet termoset menghasilkan trend nilai *elastic modulus* yang berbeda-beda pada setiap rasio massa *filler hybrid*. Pada rasio massa *filler hybrid* abu sawit/*carbon black* 0/100, *elastic modulus* mengalami peningkatan pada kadar MNR 2 ke 3 phr dan kemudian menurun pada kadar MNR 5 phr. Hal ini berbanding terbalik pada rasio massa *filler hybrid* abu sawit/*carbon black* 30/70 dan 100/0. Nilai *elastic modulus* mengalami penurunan pada kadar MNR 2 ke 3 phr dan meningkat pada kadar MNR 5 phr. Sedangkan pada rasio massa *filler hybrid* abu sawit/*carbon black* 50/50 dan 70/30, nilai *elastic modulus* cenderung menurun sebanding dengan peningkatan kadar MNR yang digunakan pada *thermoset rubber*. Penurunan nilai *elastic modulus* ini terjadi karena dengan meningkatnya kadar MNR yang digunakan, maka terjadi pengikatan antara karet alam dengan MNR sehingga

struktur karet alam menjadi bercabang. *Elastic modulus* juga dipengaruhi oleh adanya peningkatan kerapatan ikatan *crosslink* yang dihasilkan dari proses vulkanisasi dan/atau pengubahan ikatan polisulfida menjadi ikatan mono dan disulfida (Saowapark, 2005). Waktu vulkanisasi yang lama juga mempengaruhi *elastic modulus thermoset rubber*. *Elastic modulus* akan menurun jika waktu vulkanisasi terlalu lama pada sistem vulkanisasi karet alam. Waktu vulkanisasi yang lama ini akan menyebabkan karet terdegradasi sehingga membentuk cincin disulfida ataupun rantai lainnya yang dapat menyebabkan penurunan sifat karet vulkanisat (Ghosh dkk, 2003).

Tabel 2 Standar Mutu Untuk Beberapa Produk Karet Vulkanisat

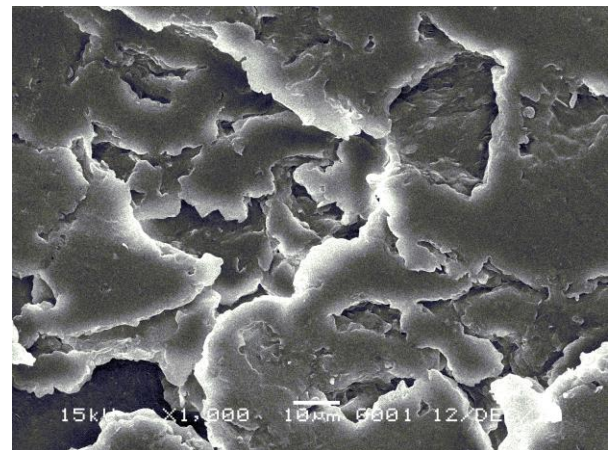
No.	Jenis uji	Standar Mutu Kompon Ban Dalam Kendaraan Bermotor (SNI 06- 1542-2006)	Standar Mutu Kompon Sol Sepatu (SNI 12- 0172-1987)	Standar Mutu Kompon Sol Luar Sepatu (SNI 12- 0172-2005)	Penelitian ini
1	<i>Tensile strength</i> (N/mm ²)	Min 11,8	Min 5	Min 4,9	18,147
2	<i>Elongation at break</i> (%)	Min 500	Min 100	Min 100	1.402,8
3	<i>Tension Set</i> 100% (%)	Maks 7,5	Maks 10	-	-
4	Berat Jenis (g/cm ³)	1,00 – 1,25	Maks 1,5	Maks 1,5	-
5	Kekerasan (Shore A)	50 ± 5	55 – 75	55 – 75	-
6	<i>Abrasion Resistance</i> (mm ³ /kg)	-	Maks 2,5	Maks 2,5	-

Tabel 3 Perbandingan Sifat Mekanik Karet Vulkanisat

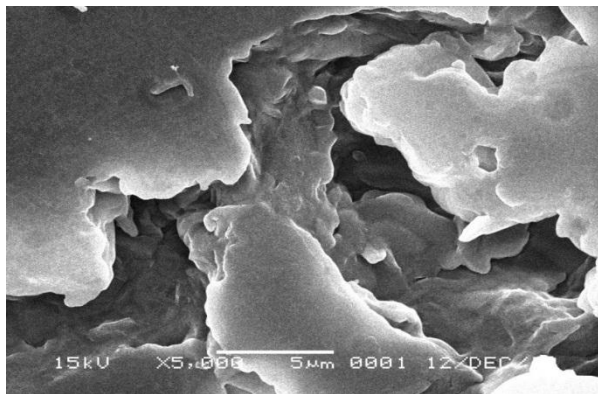
Keterangan	Risnawaty (2001)	Handayani dkk. (2007)	Sasongko (2012)	Penelitian ini
<i>Filler</i> yang digunakan	Pulp tandan kosong sawit	<i>CaCo3</i>	<i>Carbon black</i>	<i>Abu sawit/carbon black</i>
Rasio massa <i>filler hybrid</i> (phr)	-	-	-	50/50
Kadar <i>filler</i> (phr)	30	30	30	30
Alat yang digunakan	<i>Roll mill</i> dan <i>internal mixer</i>	<i>Roll mill</i>	<i>Roll mill</i>	<i>Roll mill</i>
<i>Coupling agent</i>	Anhidrida maleated	3- aminopropil terektosisilan	-	MNR
<i>Tensile strength</i> (MPa)	42,95	27,63	26,83	18,147
<i>Elongation at break</i> (%)	-	-	-	1.402,8
<i>Modulus elastic</i> (MPa)	-	-	-	0,5018

3.2 Morfologi *Thermoset Rubber*

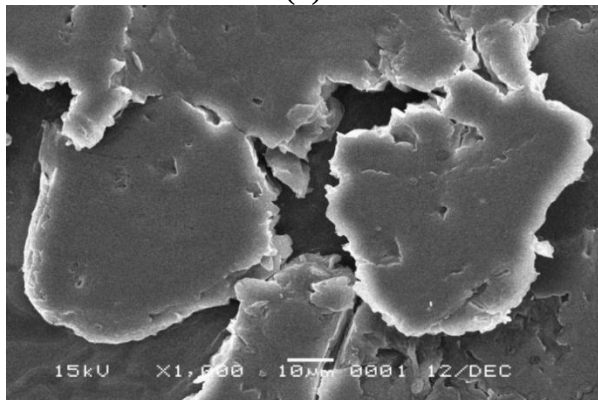
Uji Morfologi atau uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) karet vulkanisat dilakukan untuk mengetahui persebaran *filler hybrid carbon black/abu sawit* yang berpengaruh pada sifat karet alam vulkanisat tersebut. Hasil SEM (*Scanning Electron Microscopy*) berupa gambar persebaran *filler* dengan berbagai skala pembesaran. Skala pembesaran yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah pembesaran 500 kali dan 2500 kali. Sampel yang diuji SEM adalah sampel yang mempunyai sifat *Thermoset Rubber* yang terbaik yaitu sampel pada suhu dan tekanan vulkanisasi 150 °C dan 150 kgf/cm².



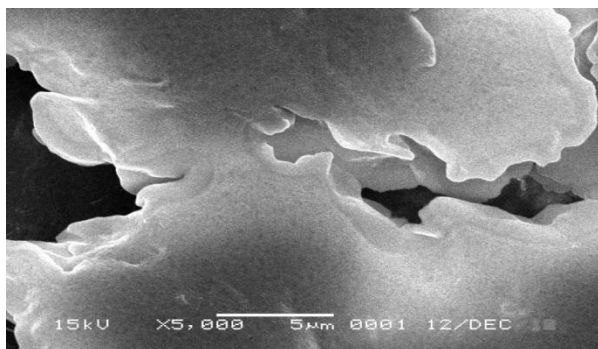
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3.4 (a), (b), (c) dan (d) Micrograph SEM Thermoset Rubber dengan Suhu dan Tekanan vulkanisasi 150 °C dan 150 kgf/cm².

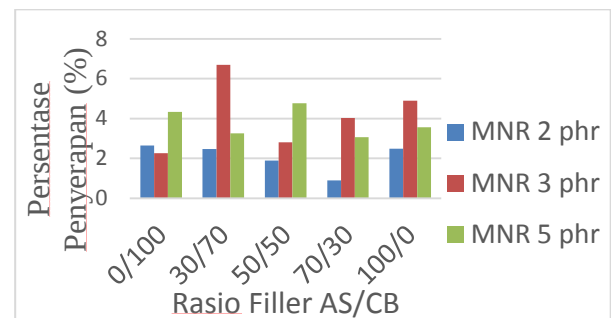
Gambar 3.4 Dari gambar ini dapat dilihat Penyebaran *filler* kurang merata, disebabkan interaksi antara *filler* dan karet yang lemah. Lemahnya interaksi karet dan *filler* mengindikasikan bahwa fungsi MNR sebagai *coupling agent* belum bekerja secara maksimal. Interaksi antara karet dan *filler* yang lemah menyebabkan banyaknya rongga kosong dan retakan pada *thermoset rubber* seperti yang terlihat pada Gambar A. Rongga kosong terjadi karena kecenderungan abu sawit yang membentuk aglomerasi dikarenakan silika pada abu sawit memiliki

gugus hidroksil yang akan berusaha membantu ikatan hidrogen dengan molekul silika atau material kimia lain yang bersifat polar.

Hal ini mengindikasikan bahwa MNR bekerja dengan baik pada kadar MNR 3 phr dan rasio massa *filler hybrid* abu sawit/*carbon black* 50/50. Gugus polar pada MNR mengikat gugus polar *filler* abu sawit, sedangkan gugus non polar pada MNR mengikat gugus non polar pada karet.

3.3 Uji Penyerapan Air

Hasil analisa uji penyerapan air pada Thermoset Rubber dengan menggunakan *filler hybrid carbon black*/abu sawit untuk 15 sampel dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 3.5 Pengaruh Kadar *Coupling Agent* dan *Filler Hybrid* Terhadap Penyerapan Air Thermoset Rubber

Pada rasio *filler* abu sawit/*carbon black* 0/100, terlihat penurunan pada kadar MNR 2 dan 3 phr, lalu meningkat di 5 phr. Hal ini berbanding terbalik dengan rasio *filler* abu sawit/*carbon black* 30/70, 70/30 dan 100/0 dimana nilai penyerapan air mengalami peningkatan di kadar MNR 2 dan 3 phr lalu turun di kadar 5 phr. Pada rasio massa *filler hybrid* abu sawit/*carbon black* 50/50 menunjukkan peningkatan yg berbanding lurus dengan jumlah kadar MNR.

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah :

Peningkatan kadar MNR *thermoset rubber* terhadap *tensile strength*, *elongation at break*, dan *elastic modulus* cenderung berubah-ubah sesuai dengan rasio massa *filler hybrid* yang digunakan.

Penggunaan *coupling agent* MNR belum menghasilkan morfologi yang optimal. Dimana penyebaran dan interaksi *filler* dan karet belum homogen.

Thermoset Rubber dengan sifat mekanik terbaik diperoleh pada saat rasio massa *filler hybrid carbon black*/abu sawit 50/50 kadar MNR 3 phr, dengan *tensile strength* 18,147 MPa, *elongation at break* 1.402,8 % dan elastic modulus 0,7688 MPa. Karet 50/50 yang dihasilkan dapat direkomendasikan sebagai bahan kompon ban dalam kendaraan bermotor (SNI 06-1542-2006) dan sebagai kompon sol sepatu (SNI 12-0172-1987).

Tingginya kadar abu sawit yang terikat dalam karet *Thermoset Rubber* menyebabkan daya serap *Thermoset Rubber* terhadap air meningkat. Hal ini dikarenakan sifat silika dalam abu sawit *hydropscopic* (menyerap air).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010. Vulkanisir / Vulkanisasi, <http://www.industrikaret.com/>, 22 April 2014.
- Aroonvilairat, S., K. Changwichean., C. Cheawtada., J. Khorungkul., S. Nawapan, P. Pianjing., P. Ratchapongsirikul., dan M. Thammasatta., 2010, Carbon Black Production Plant, <http://www.albuw.ait.ac.th/groups/Assingment//II/Group-02.pdf>, 13 Maret 2014
- Bahrudin, 2011. Pengantar Teknologi Karet. Edisi ke 1, Pusat pengembangan Pendidikan, Universitas Riau.
- Barlow, F. W., 1988. *Rubber Compounding*, 2nd Edition, Lewis Publisher, New York
- Budiman, A. F. S., 2002. "Recent Development in Natural Rubber Prices", in FAO, Consultation on Agricultural Commodity Price Problems, Rome, 25-26 March 2002
- Ciesielski, A., 1999. An Introduction to Rubber Technology, *Rapra Technology Limited*, United Kingdom.
- Dannenberg, E. M., 1978. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd Edition, Vol. 4, New York, John Wiley & Sons
- Dirjen Perkebunan, Departemen Pertanian. <http://ditjenbun.deptan.go.id/> Di akses 18 Februari 2012.
- Efendi, H. M., 2001. Modifikasi dan Penggunaan Pemplastis Turunan Asam Oleat pada Matriks Klorida, Tesis, Universitas Sumatera Utara.
- Ghosh, P., Katore, S., Patkar, P., Caruthers, J, M., & Venkatasubramanian, V. 2003. Sulfur Vulcanization of Natural Rubber For Benzothiazole Accelerated Formulations: From Reaction Mechanisms to A Rational Kinetic Model, *Rubber Chemistry and Technology*, 76 (3), 592.
- Graham dan Zhang, 2008. Rubber Products-Thermoset Rubber, <http://www.chinamould.com>, 27 Januari 2014
- Graille, J., P. Lozano, D. Pioch, dan P. Geneste, 1985. Essais d'alcoolyse d'huiles Vegetales avec des Catalyseurs Naturels Pour la Production de Carburants Diese". *Oleagineux* : 40(5).
- Handayani. A, Aloma. K.K, Deswita dan Sudirman, 2007. Perubahan strukturmikro komposit Polipropilen-caco3 akibat penambahan *Coupling agent* 3-aminopropil trietoksisisilan. Pustek Bahan Industri Nuklir (PTBIN). Tangerang.
- Hargest, S., 2004. Advantages in Extrusion: Thermoset vs Thermoplastic, http://www.findarticles.com/p/articles/mi_hb6620/is_2_230/ai_n29098834/
- Hildayati, Triwikantoro, Heny. F., dan Sudirman, 2009. Sintesis dan Karakteristik Bahan Komposit Karet Alam-Silika, *Seminar Nasional Pascasarjana*, Institut Teknologi Sepuluh November.
- ICBA, 2006, What is carbon black?, http://www.carbonblack.org/what_is.html, 20 Februari 2014.
- Ismail, H. Salmah, dan M. Nasir, 2001. Dynamic Vulcanization of Rubberwood-Filled Polypropylene/Natural Rubber Blend, *Polymer Testing*, Vol. 20: 819-823
- Morton, M., 1973. *Rubbers Technology*, Van Nostrand, Reinhold CO, di dalam Dauly, L. R., 2001, Peranan Anhidrida Maleat terhadap Kompabilitas Campuran Polietilena dan Karet Alam SIR 20 dengan Pengisi Pulp Tandan

- Kelapa Sawit, Tesis, Universitas Sumatera.
- Nakason, C., Saiwari, S. & Kaesaman, A. (2006). *Thermoplastic Vulcanizates Based on Maleated Natural Rubber/Polypropylene Blends: Effect of Blend Ratios on Rheological, Mechanical, and Morphological Properties*. Polymer Engineering and Science, 46, 594-600.
- Ompusunggu, M. 1987. Pengolahan Lateks Pekat, Balai Penelitian Perkebunan Sungai Putih, Medan.
- Rahardjo, P. 2009. karet, Material Andalan ekspor dibawah Harapan dan Ancaman, <http://www.infometrik.com/wpcontent/uploads/2009/06/artikel-karet-harapan-ancaman.pdf>, 7 Januari 2014.
- Rahmawati. 2009. *Pengaruh Komposisi Arang Cangkang Kelapa Sawit dan Hitam Arang (Carbon Black) Terhadap Kualitas Kompon Karet Sol Sepatu*, Skripsi, Universitas Sumatera Utara.
- Risnawati, D. L. (2001). *Peranan Anhidrat Maleat Terhadap Kompatibilitas Campuran Polietilene dan Karet Alam Sir 20 Dengan Pengisi Pulp Tandan Kosong Sawit*. Tesis Pasca Sarjana, Universitas Sumatera Utara, Medan
- Saowapark, T. 2005. Reinforcement of Natural Rubber with Silica/Carbon Black Hybrid Filler, Thesis, Mahidol University
- Sartono, A. A., 2006. Scanning Electron Microscope (SEM), <http://www.agfipusat.com/gudang/lain2/Paper%205%20SEM.pdf>,
- Sasongko, A. R., 2012. Studi Pengaruh Ukuran Partikel Dan Jumlah Phr Carbon Black Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Sifat Mekanik Produk Karet Alam, *Skripsi*, Universitas Indonesia
- Spillane, J. J., 1989. *Komoditi Karet*, Kanisius, Yogyakarta
- Standard Indonesian Rubber (SIR). (2007). <http://www.rubberimpex.com/RubberPart.htm>. Diakses tanggal 21 Maret 2013.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 06-1542-2006 tentang Standar Mutu Kompon Ban dalam Kendaraan Bermotor.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 12-0172-1987 tentang Standar Mutu Kompon Sol Sepatu.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 12-0172-2005 tentang Standar Mutu Kompon Sol Luar Sepatu.
- Steven, M, P., 2001. *Polimer*, 1st Edition, Pradnya Paramita, Jakarta
- Surini, 2007. Kuat Tarik dan Rembesan Beton Geopolimer Abu Terbang Batubara dan Abu Terbang Abu Sawit, *Skripsi*, Universitas Riau
- Wang, M. J., P. Zhang., dan K. Mahmud., 2001. Carbon-Silica Dual Phase Filler, A New Generation Reinforcing Agent For Rubber, *Rubber Chemistry and Technology*, 74 (1), 124-128
- Zhong, Z, S. Zheng, K. Yang dan Q. Guo, 1998. Miscibility Phase Behavior and Mechanical Properties of Ternary Blends of Poly (Vinyl Chloride/Plystyrene/Chlorinated Polyethylene-Graft, di dalam Harahap, H., 2009, Pengaruh Waktu terhadap Derajat Grafting Maleat Anhidridat dalam High Density Polyethylene (HDPE) dengan Inisiator Benzoin Peroksida, *Skripsi*, Universitas Sumatera.
- Zurina, M. 2007. Characterization and Properties of Epoxidised Natural Rubber (ENR-50)/ethylene vinyl acetate (EVA) Blends, *PhD Thesis*, Universitas Teknologi Malaysia.