

PENGARUH KADAR ASAM STEARAT, MERCAPTODIBENZOTHAZYLDISULFIDE (MBTS) DAN SULFUR TERHADAP SIFAT DAN MORFOLOGI THERMOSET RUBBER DENGAN FILLER CARBON BLACK-ABU TERBANG SAWIT

Mery Christina¹⁾, Bahrudin²⁾ dan Zuchra Helwani²⁾

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: merychristina90@gmail.com

ABSTRACT

Crude palm oil wastes in the form of fly ash is potentially use as filler for thermoset rubber because it contains silica. This study aims to increase the mechanical and morphological properties of thermoset rubber which filled with mixture of carbon black and fly ash with particles size screened to 700-800nm. Stearic Acid, MBTS and sulfur contents were used 1; 2; 3 phr (per hundred rubber), 0.5; 1; 1.5 phr and 0.5; 1.5; 3 phr respectively. Rubber mastication process performed by a roll mill at room temperature and roll speed of 20 rpm until the texture is smooth and soft, then added minarex as a plasticizer, nanofiller, and other additives, such as ZnO as an activator, stearic acid as a co-activator, as antidegradant TMQ, MBTS as an accelerator and sulfur as a curative agent. Rubber mastication performed by a roll mill at room temperature and roll speed of 20 rpm. The overall duration of the manufacture of compound ± 45 minutes. Vulcanization process using a hot press at a pressure of 200 kgf/cm² and a temperature of 150 °C. Results showed that increased levels of stearic acid, MBTS and sulfur is directly proportional to the tensile strength, but yield elongation at break are varied. The best thermoset rubber in this study were obtained on samples having content of stearic acid 3 phr, MBTS 1.5 phr and sulfur 3 phr with tensile strength values 19,05 MPa, 774.394 % elongation at break, hardness 52 $\pm$ 5 shore A, abrasion 0,074 mm³/kg and 1,28% water absorption percentage.

Keywords: *carbon black, natural rubber, palm oil mill fly ash, vulcanizate*

I PENDAHULUAN

Indonesia merupakan produsen karet alam terbesar kedua di dunia setelah Thailand. Area perkebunan karet di Indonesia mencapai 3,5 juta ha dengan produksi sebesar 3,01 juta ton pada tahun 2012 [Direktorat Jendral Perkebunan, 2012]. Sumatera memiliki area perkebunan karet 70% dari total area di Indonesia dan Propinsi Riau merupakan daerah terbesar ketiga yang memiliki perkebunan karet setelah Sumatera Selatan dan Jambi. Sebagai salah satu wilayah sentral perkebunan karet di Indonesia, Provinsi Riau merupakan daerah yang strategis untuk pengembangan komoditi-komoditi berbahan dasar karet, seperti *thermoset rubber* [Parhusip, 2008].

Propinsi Riau juga memiliki area perkebunan kelapa sawit yang semakin meningkat setiap tahun. Peningkatan ini menyebabkan timbulnya banyak masalah. Salah satunya adalah sisa dari pembakaran pada ketel (*boiler*) berupa abu. Abu sisa hasil pembakaran tersebut masih kurang dimanfaatkan sampai sekarang. Menurut hasil penelitian Zahrina (2007) diketahui bahwa kadar silika pada abu kelapa sawit dari sisa pembakaran sabut 59,1%, kulit buah 61% dan tandan 19,1%. Kadar silika yang cukup tinggi tersebut dapat digunakan untuk bahan pengisi (*filler*) untuk *thermoset rubber*. Pembuatan *thermoset rubber* menggunakan *filler* abu terbang sawit masih belum komersial. Oleh sebab itu, penggunaan abu terbang sawit sebagai *filler* perlu dikembangkan. Salah satu cara yang dapat dilakukan, yaitu mereduksi

ukuran abu terbang sawit. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian mengenai pembuatan *thermoset rubber* dengan variabel yang berbeda-beda. Saktiani (2012) membuat *thermoset rubber* dengan variasi kadar *filler hybrid* abu terbang sawit/*carbon black* ukuran mikro, Sasongko (2012) menggunakan variasi kadar *filler carbon black* dan Chukwu, dkk. (2011) melakukan penelitian tentang pengaruh dari kadar asam stearat terhadap sifat fisik dari karet alam vulkanisat. Susamma, dkk. (2002) juga telah melakukan penelitian menggunakan *filler carbon black* dan turunan tiourea, yaitu *N-amidino-N'-fenil tiourea* (APT) sebagai akselerator sekunder dalam vulkanisasi karet alam melalui reaksi nukleofilik biner.

Abu terbang sawit yang ukurannya direduksi dapat meningkatkan ketahanan sobek. *Carbon black* yang terdiri dari partikel berukuran nano dapat mempertahankan sifat elastis bahan. Perpaduan keduanya sebagai *filler* akan memberikan sifat dan morfologi *thermoset rubber* berbasis karet alam yang lebih baik dari sebelumnya. Pada penelitian ini akan digunakan abu terbang sawit yang telah dilakukan *treatment* dengan cara penghancuran abu terbang sawit menjadi ukuran yang lebih kecil dengan menggunakan alat *ball mill*. *Filler* abu terbang sawit yang ukurannya direduksi diharapkan dapat meningkatkan ketahanan sobek dan mempertahankan sifat elastis *thermoset rubber*, sehingga kualitas *thermoset rubber* semakin baik.

Penelitian dilakukan untuk meningkatkan sifat dan morfologi *thermoset rubber* dengan *filler* campuran *carbon black*-abu terbang sawit yang ukurannya direduksi dan menentukan pengaruh kadar asam stearat, MBTS dan sulfur terhadap sifat dan morfologi *thermoset rubber*.

II METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

Karet alam yang digunakan, yaitu jenis SIR-20, diproduksi oleh PT Ricry, Rumbai, Riau. Abu terbang sawit sebagai *filler* berasal dari pabrik CPO Sarikat Putra Riau, Indonesia. Penelitian ini juga menggunakan *filler carbon black* tipe N220 dengan diameter

rata-rata partikel 21 nm diproduksi oleh PT Arzeta Chemical Bandung. *Minarex* digunakan sebagai *plasticizer*, diproduksi oleh PT. Pertamina (persero) Pulogadung. *Zinc oxide* digunakan sebagai aktivator, produksi Global Chemical, Thailand. Asam stearat digunakan sebagai ko-aktivator, produksi PT Sumi Asih Oleochemical Industry, Indonesia. *Mercaptodibenzothiazolesulfide* (MBTS) digunakan sebagai akselerator, diproduksi Nanjing Chemical Plant, China. *Trimethylquinone* (TMQ) tipe Flectol TMQ digunakan sebagai *anti degradant*, produksi oleh Flexys, Jerman. Sulfur digunakan sebagai *curative agent*, diproduksi oleh PT. Ganda Mekar, Indonesia.

2.2 Alat

Peralatan yang digunakan untuk pembuatan kompon karet, yaitu *roll mill* dengan spesifikasi TXK-160 x 320 *Lie-Hoe Engeneering & Trading* SDN.BHD. Untuk proses vulkanisasi sekaligus pembentukan slab digunakan *Hot Press*. Peralatan yang digunakan untuk menguji spesimen meliputi: *Universal Testing Machine*, dengan metode standar berdasarkan ASTM D412 yang digunakan untuk pengujian sifat mekanik dan *analytical scanning electron microscope* tipe JSM-6360LA, produksi JEOL Jepang untuk pengamatan morfologi.

2.3 Prosedur Penelitian

Penyiapan *Filler Hybrid*

Abu terbang sawit (*fly ash*) dijemur, lalu di oven pada suhu $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya konstan. Setelah proses pengovenan, abu terbang sawit diayak untuk mendapatkan ukuran ≤ 200 mesh, lalu direduksi dengan *ball mill* selama 16 jam, sehingga diperoleh ukuran abu terbang sawit sekitar 700-800 nm. *Filler hybrid* dibuat dengan mencampurkan abu terbang sawit yang ukurannya direduksi dengan *carbon black* N220 dengan rasio massa tertentu.

Penyiapan kompon karet

Pembuatan kompon karet dilakukan pada suhu kamar dan kecepatan *roll* 20 rpm menggunakan *roll mill*. Tahapan proses pencampuran dapat dilihat pada Tabel 1. Kadar asam stearat yang digunakan 1, 2 dan 3

phr, MBTS 0,5, 1,5 dan 3 phr, serta sulfur 0,5, 1,5 dan 3 phr.

Tabel 1. Tahapan proses pencampuran material dalam *roll mill*

Aktivitas	Kuantitas (phr*)	Menit ke-
Karet (NR)	100	0
Penambahan <i>plasticizer</i>	2,5	15
<i>Filler</i>	30	18
Penambahan ZnO	5	28
Penambahan asam stearat	1; 2 dan 3	31
Penambahan TMQ	1	34
Penambahan MBTS	0,5; 1 dan 1,5	37
Penambahan Sulfur	0,5; 1,5 dan 3	40
Penghentian proses pencampuran	-	45

*phr (*part per hundred rubber*)

Proses Vulkanisasi

Proses vulkanisasi dilakukan pada alat *hot press*. Kompon dibentuk menjadi lembaran *flat*, lalu dipotong sebesar ukuran cetakan (*spisel*). Kedua permukaan *spisel* ditutupi dengan logam datar yang terbuat dari *stainless steel* (*glossing plate*). Sampel yang ada di dalam cetakan di-press dengan tekanan 200 kgf/cm² pada suhu 150 °C.

2.4 Pengujian Sifat Mekanik

Pengujian sifat mekanik meliputi *tensile strength* dan *elongation at break*. Material yang akan diuji dibentuk menjadi spesimen menggunakan *dumbbell* dengan standar ASTM D412. Jumlah spesimen minimal 5 yang dipotong dari setiap titik pada lembaran sampel. Spesimen 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.

2.5 Pengujian Morfologi (SEM)

Sampel direndam dalam nitrogen cair selama ±2 menit, lalu dipatahkan dan dilapisi emas (*coating* emas) agar sampel bersifat konduktor. Perbesaran morfologi sampel dilakukan untuk dapat mengamati distribusi *filler* di dalam kompon karet dengan cukup jelas.

2.6 Uji Kekerasan (*Hardness*)

Sampel yang telah di *hot press* diuji kekerasannya menggunakan *hardness* tipe *shore A*, standar pengukuran ISO R 868 A.

2.7 Uji Abrasi

Sampel dimasukkan ke dalam cetakan, lalu di *hot press* dan diuji abrasi menggunakan alat abrasi DIN 53516.

2.8 Penyerapan Air

Sampel dipotong dengan ukuran 1 cm x 1 cm dan ditimbang sebagai berat awal. Sampel direndam dalam *aquadest* pada suhu kamar dan ditimbang dengan selang waktu 24 jam. Persentase serapan air dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan :

Wk = berat sampel kering (gr)

Wb = berat sampel setelah direndam air (gr)

III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sifat Mekanik

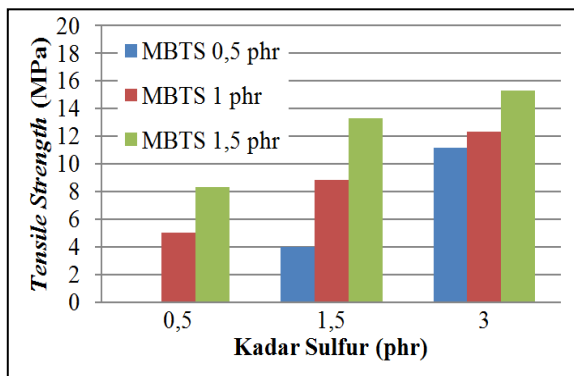
Sifat mekanik yang paling umum digunakan untuk menentukan kualitas suatu produk karet vulkanisat adalah sifat *tensile*. Nilai *tensile strength* dan *elongation at break* yang diperoleh merupakan parameter yang menjadi dasar utama dalam menilai sifat *tensile*. Hasil analisa uji tarik dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2.

Gambar 4.1 menunjukkan pengaruh variasi kadar asam stearat, MBTS dan sulfur terhadap *tensile strength* pada pembuatan *thermoset rubber*. Peningkatan kadar asam stearat, MBTS dan sulfur yang digunakan sebanding dengan peningkatan *tensile strength* yang dihasilkan. Dari Gambar 4.1 (a), (b) dan (c) dapat diketahui bahwa *thermoset rubber* dengan kadar MBTS dan sulfur terendah, yaitu 0,5 phr menghasilkan *tensile strength* terendah dan pada kadar MBTS 1,5 phr dan sulfur 3 phr dihasilkan *tensile strength* tertinggi.

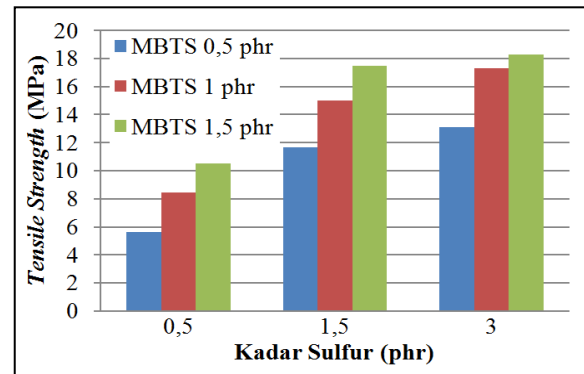
Nilai *tensile strength* 0 MPa yang dihasilkan pada kadar asam stearat 1 phr, MBTS 0,5 phr dan sulfur 0,5 phr disebabkan kadar asam stearat, MBTS dan sulfur yang digunakan sedikit, sehingga proses

vulkanisasi tidak terjadi dengan baik dan membutuhkan waktu yang lama. Waktu vulkanisasi yang lama akan menyebabkan karet terdegradasi, sehingga membentuk cincin disulfida ataupun rantai lainnya yang menyebabkan penurunan sifat karet vulkanisat [Ghosh, dkk., 2003]. Sedikitnya jumlah kadar asam stearat, MBTS dan sulfur

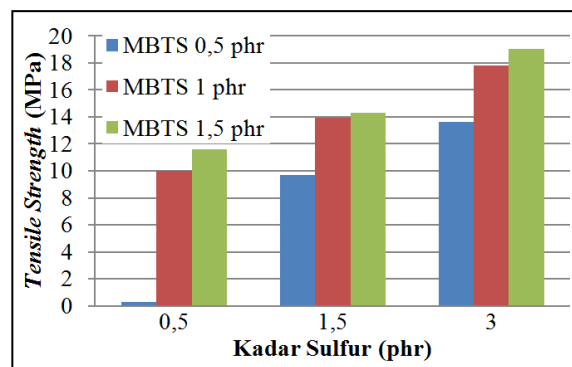
juga menyebabkan pencampuran bahan yang kurang homogen dan terbentuknya aglomerasi pada saat pembuatan kompon karet di *roll mill*, sehingga pada proses vulkanisasi *crosslink precursor* bereaksi dan mengikat rantai karbon tak jenuh dari molekul karet lainnya membentuk ikat-silang polisulfidik dalam jumlah yang kecil [Bahrudin, 2011].



(a)



(b)



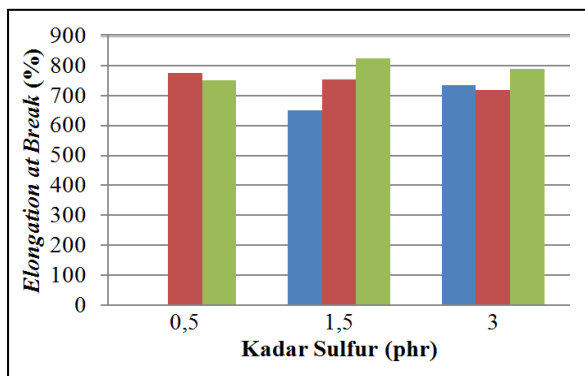
(c)

Gambar 4.1 Pengaruh Kadar MBTS dan Sulfur terhadap *Tensile Strength* Pada Kadar Asam Stearat (a) 1 phr (b) 2 phr (c) 3 phr

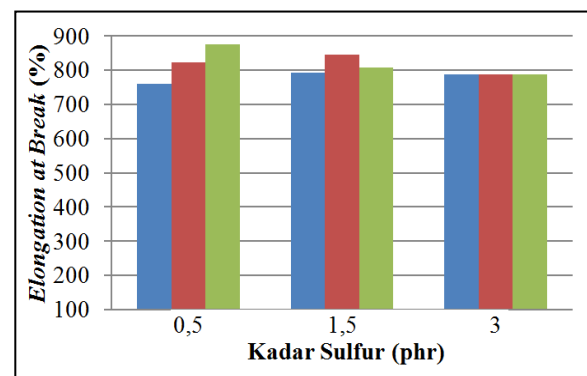
Tensile strength tertinggi, yaitu 19,05 MPa terdapat pada *thermoset rubber* dengan kadar asam stearat 3 phr, MBTS 1,5 phr dan sulfur 3 phr. Hal ini disebabkan penggunaan kadar asam stearat sebagai *co-activator*, MBTS sebagai *accelerator* dan sulfur sebagai *curative agent* yang sesuai, sehingga proses vulkanisasi terjadi dengan baik. Penggunaan sulfur berbanding terbalik dengan bahan pencepat (*accelerator*) untuk menjaga jumlah ikatan silang yang terbentuk dalam jumlah yang optimal [Sasongko, 2012]. Penyebaran asam stearat, MBTS dan sulfur yang lebih merata pada saat pembuatan kompon karet juga mempengaruhi *tensile strength* yang dihasilkan karena pada proses vulkanisasi *crosslink precursor* bereaksi dan mengikat rantai karbon tak jenuh dari molekul karet

lainnya membentuk ikat-silang polisulfidik dalam jumlah yang banyak. Terbentuknya ikat-silang polisulfidik tersebut menyebabkan sifat mekanik (*tensile strength*) dari *thermoset rubber* yang dihasilkan meningkat. Laju pembentukan ikatan *crosslink* tergantung pada jumlah sulfur, bahan *accelerator* dan kemudahan interaksi antarpartikel karet pada saat vulkanisasi [Sofyan, 2001].

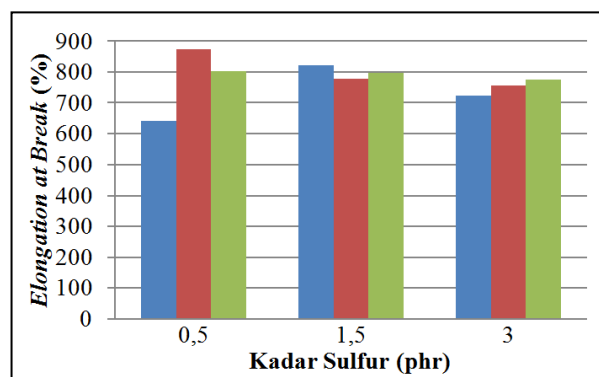
Gambar 4.2 menunjukkan pengaruh variasi kadar asam stearat, MBTS dan sulfur terhadap *elongation at break* pada pembuatan *thermoset rubber*. *Elongation at break* merupakan persentase penambahan panjang sesudah diuji tarik dibandingkan dengan panjang mula-mula. *Elongation at break* yang dihasilkan pada penelitian ini bervariasi.



(a)



(b)



(c)

Keterangan:

- MBTS 0,5 phr
- MBTS 1 phr
- MBTS 1,5 phr

Gambar 4.2 Pengaruh Kadar MBTS dan Sulfur terhadap *Elongation at Break* Pada Kadar Asam Stearat (a) 1 phr (b) 2 phr (c) 3 phr

Dari Gambar 4.2 (a) dapat dilihat bahwa nilai *elongation at break* tertinggi terdapat pada *thermoset rubber* dengan kadar asam stearat 1 phr, MBTS 1,5 phr dan sulfur 1,5 phr, yaitu 824%. *Elongation at break* terendah terdapat pada kadar asam stearat 1 phr, MBTS 0,5 phr dan sulfur 0,5 phr, yaitu 0%. Penggunaan kadar asam stearat, MBTS dan sulfur yang sedikit dalam pembuatan *thermoset rubber* menyebabkan proses vulkanisasi tidak terjadi dengan baik dan membutuhkan waktu yang lama. Waktu vulkanisasi yang lama menyebabkan karet terdegradasi, sehingga membentuk cincin disulfida ataupun rantai lainnya yang menyebabkan penurunan sifat karet vulkanisat [Ghosh, dkk., 2003].

Gambar 4.2 (b) dan (c) dapat diketahui bahwa nilai *elongation at break* terendah juga terdapat pada kadar MBTS dan sulfur 0,5 phr. Sementara nilai *elongation at break* tertinggi terdapat pada kadar sulfur yang sama, yaitu 0,5 phr. Namun, pada kadar asam stearat 2 phr nilai *elongation at break* tertinggi terdapat

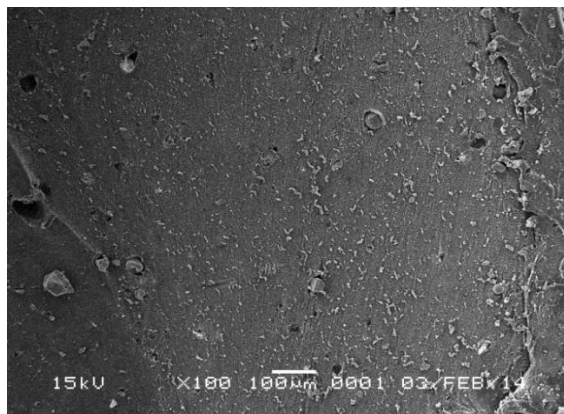
pada kadar MBTS 1,5 phr sebesar 875%, sedangkan pada kadar asam stearat 3 phr *elongation at break* tertinggi, yaitu 874% terdapat pada kadar MBTS 1 phr. Hal ini disebabkan penggunaan kadar asam stearat sebagai *co-activator*, MBTS sebagai *accelerator* dan sulfur sebagai *curative agent* yang cukup, sehingga terjadi proses vulkanisasi yang baik. *Elongation at break* pada *thermoset rubber* yang dihasilkan pada penelitian ini sudah tergolong baik karena lebih kecil dari 1000%. Hal ini membuktikan bahwa waktu vulkanisasi yang dibutuhkan masing-masing *thermoset rubber* telah sesuai dan proses vulkanisasi terjadi secara sempurna.

3.2 Morfologi

Morfologi *thermoset rubber* dapat diketahui dari hasil uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Uji SEM pada penelitian ini dilakukan pada 2 sampel, yaitu sampel dengan sifat mekanik terbaik dan terburuk. Hal ini dilakukan agar dapat membandingkan

morfologi yang dihasilkan sampel tersebut. Sampel yang memiliki sifat mekanik terbaik, yaitu sampel dengan kadar asam stearat 3 phr, MBTS 1,5 phr dan sulfur 3 phr dan sampel yang memiliki sifat mekanik terburuk, yaitu sampel dengan kadar asam stearat 1 phr, MBTS 1,5 phr dan sulfur 0,5 phr.

Gambar morfologi diambil dengan 2 kali perbesaran, yaitu 100 dan 2500 kali. Gambar dengan perbesaran 100 kali bertujuan untuk melihat penyebaran *filler* pada polimer dan gambar dengan 2500 kali perbesaran bertujuan untuk melihat interaksi *filler* dengan polimer. Hasil analisa SEM masing-masing sampel dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



(a)



(b)

Gambar 4.3 Micrograph SEM *thermoset rubber* dengan kadar asam stearat 3 phr, MBTS 1,5 phr dan sulfur 3 phr
(a) Perbesaran 100x
(b) Perbesaran 2500x

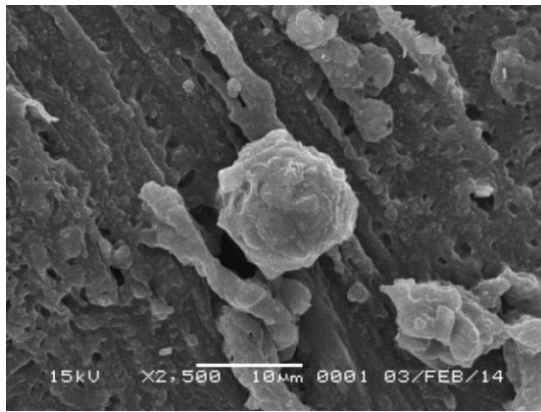
Gambar 4.3 (a) menunjukkan penyebaran *filler* pada *thermoset rubber*. *Filler* terdistribusi cukup merata disetiap bagian karet. Hal ini disebabkan *filler* yang digunakan telah direduksi, sehingga interaksi antara *filler* dengan karet saat proses pencampuran lebih baik dan homogen. Ukuran partikel *filler* yang kecil menyebabkan luas permukaan *filler* menjadi lebih besar, sehingga memudahkan *filler* untuk kontak atau berinteraksi dengan polimer [Peng, 2007].

Gambar 4.3 (b) menunjukkan interaksi *filler* dengan karet yang masih belum maksimal karena terdapat rongga kosong antara *filler* dan karet. Rongga kosong terjadi karena silika pada abu terbang sawit memiliki gugus hidroksil yang akan membentuk ikatan hidrogen dengan molekul silika atau material kimia lain yang bersifat polar, sehingga *filler* cenderung membentuk aglomerasi [Saowapark, 2005]. Gumpalan pada Gambar 4.3 (b) merupakan *filler* yang masih belum menyatu dengan karet. Interaksi antara *filler* dan karet dapat ditingkatkan dengan penambahan *coupling agent* yang sesuai dengan *filler* yang digunakan. Walaupun *filler* belum berinteraksi dengan baik terhadap karet, tetapi penyebaran *filler* yang cukup merata telah menghasilkan nilai *tensile strength* dan *elongation at break* yang baik.

Gambar 4.4 (a) dan (b) menunjukkan penyebaran *filler* dan interaksi antara *filler* dan karet pada *thermoset rubber* dengan kadar asam stearat 1 phr, MBTS 1,5 phr dan sulfur 0,5 phr.



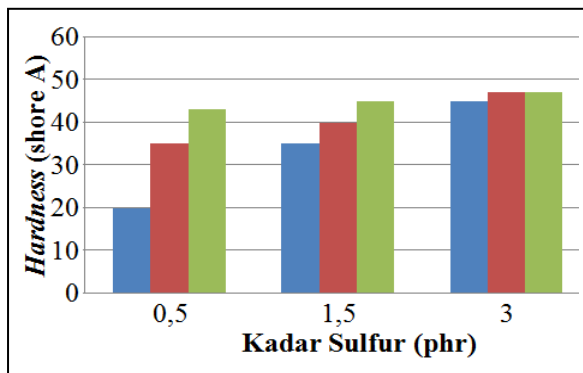
(a)



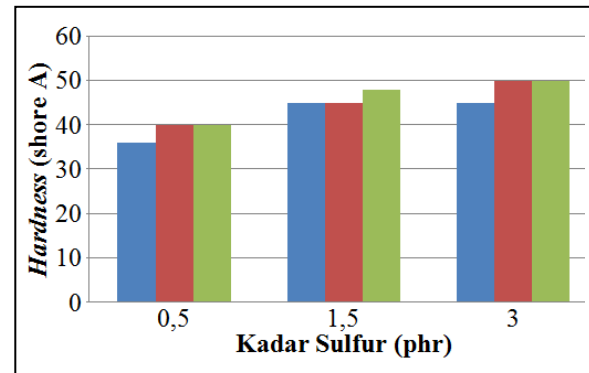
(b)

Gambar 4.4 Micrograph SEM *thermoset rubber* dengan kadar asam stearat 1 phr, MBTS 1,5 phr dan sulfur 0,5 phr
(a) Perbesaran 100x
(b) Perbesaran 2500x

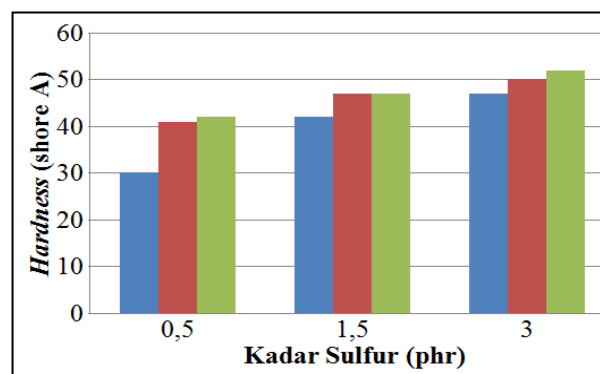
Dari Gambar 4.4 (a) dapat terlihat bahwa *filler* belum terdistribusi secara merata, sehingga interaksi antara *filler* dan karet juga masih kurang baik seperti terlihat pada



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.5 Pengaruh Kadar MBTS dan Sulfur terhadap *Hardness* Pada Kadar Asam Stearat (a) 1 phr (b) 2 phr (c) 3 phr

Gambar 4.5 menunjukkan pengaruh variasi kadar asam stearat, MBTS dan sulfur

Gambar 4.4 (b). Hal ini disebabkan kadar asam stearat dan sulfur yang digunakan dalam jumlah sedikit, sehingga terjadi proses vulkanisasi yang kurang sempurna. Selain itu juga dapat disebabkan silika pada abu terbang sawit memiliki gugus hidroksil yang akan berusaha membentuk ikatan hidrogen dengan molekul silika atau material kimia lain yang bersifat polar, sehingga *filler* cenderung membentuk aglomerasi. Pendistribusian silika sebagai *filler* yang kurang merata menyebabkan nilai *tensile strength* dan *elongation at break* yang dihasilkan menurun.

3.3 Sifat Kekerasan (*Hardness*)

Sifat kekerasan (*hardness*) merupakan resistensi bahan untuk menahan indentasi (lekukan) permanen [Bahrudin, 2011]. Hasil pengujian *hardness* dengan menggunakan *hardness tester* ISO R 868A dapat dilihat pada Gambar 4.5.

terhadap *hardness* pada pembuatan *thermoset rubber*. *Hardness thermoset rubber*

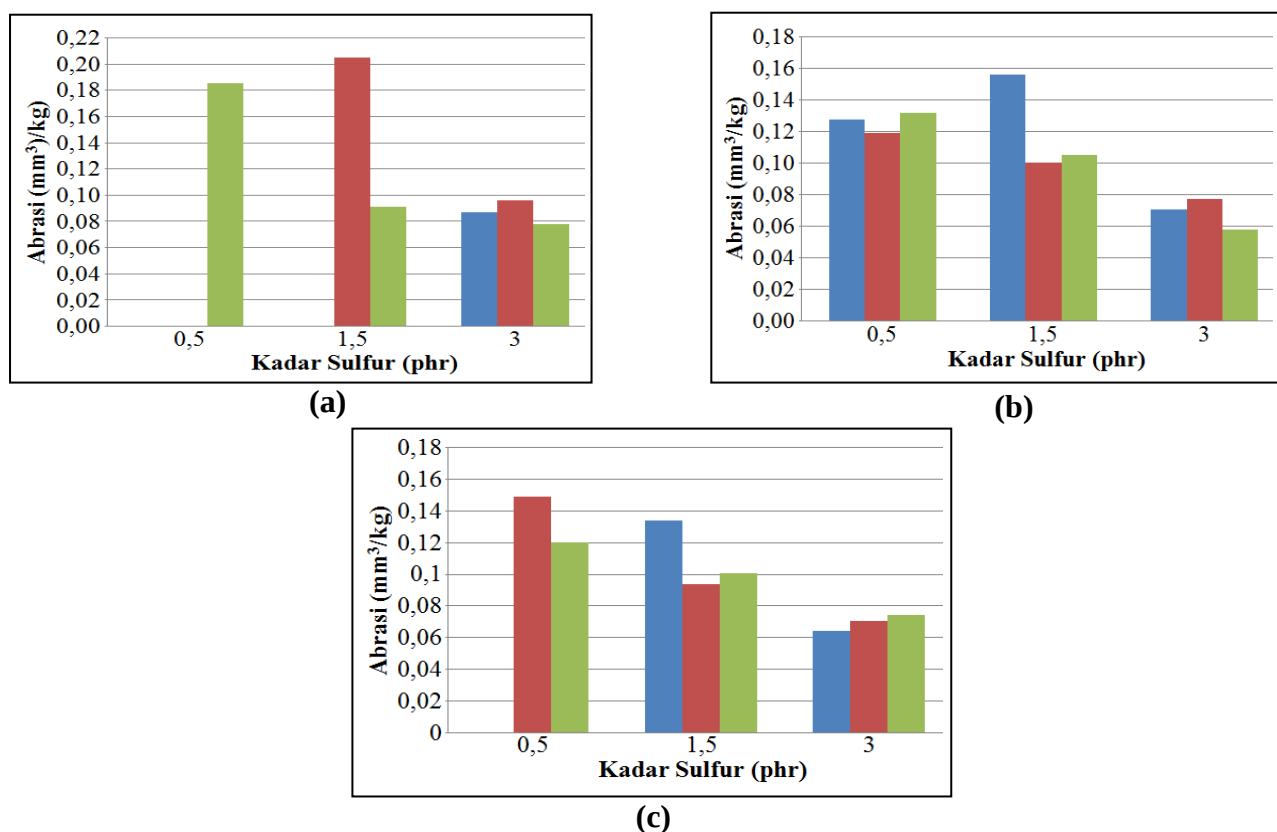
berbanding lurus dengan peningkatan kadar asam stearat, MBTS dan sulfur yang digunakan. Dari Gambar 4.5 (a), (b) dan (c) dapat dilihat bahwa semakin tinggi kadar asam stearat, MBTS dan sulfur, maka semakin tinggi pula nilai *hardness* yang dihasilkan. Nilai *hardness* terendah terdapat pada kadar asam stearat 1 phr, MBTS 0,5 phr dan sulfur 0,5 phr, yaitu 20 shore A. Pada *thermoset rubber* dengan kadar asam stearat 3 phr, MBTS 1,5 phr dan sulfur 3 phr diperoleh nilai *hardness* tertinggi sebesar 52 shore A.

Peningkatan *hardness* disebabkan karena kadar asam stearat (*co-activator*), MBTS (*accelerator*) dan sulfur (*curative agent*) yang sesuai menyebabkan vulkanisasi terjadi dengan baik dalam waktu yang singkat, sehingga ikatan silang rantai *carbon* yang terbentuk menjadi lebih kuat. Terbentuknya ikatan silang rantai *carbon* yang kuat menyebabkan peningkatan *hardness* terhadap

tekanan. Penggunaan sulfur berbanding terbalik dengan bahan pencepat (*accelerator*) untuk menjaga jumlah ikatan silang yang terbentuk berada dalam jumlah yang optimal [Sasongko, 2012].

3.4 Sifat Abrasi

Sifat abrasi merupakan kemampuan molekul polimer karet mempertahankan formasi rantai polimernya terhadap gaya gesek, sehingga semakin baik sifat abrasinya semakin sedikit vulkanisat karet yang dapat terkikis. Vulkanisat karet yang telah mengalami proses vulkanisasi memiliki kelebihan sifat abrasi dibandingkan kompon karet yang belum mengalami proses vulkanisasi karena proses vulkanisasi menyebabkan terbentuknya ikatan silang [Sasongko, 2012]. Hasil uji abrasi dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Pengaruh Kadar MBTS dan Sulfur terhadap Abrasi Pada Kadar Asam Stearat (a) 1 phr (b) 2 phr (c) 3 phr

Gambar 4.6 menunjukkan pengaruh kadar asam stearat, MBTS dan sulfur terhadap sifat abrasi pada pembuatan *thermoset rubber*. Pada beberapa sampel dengan kadar asam stearat, MBTS dan sulfur terendah nilai abrasi

yang dihasilkan, yaitu 0 mm³/kg karena sampel bersifat lunak, sehingga tidak dapat diuji menggunakan alat DIN 53516. Hal ini disebabkan pencampuran *filler* dan bahan-bahan aditif lainnya, seperti asam stearat,

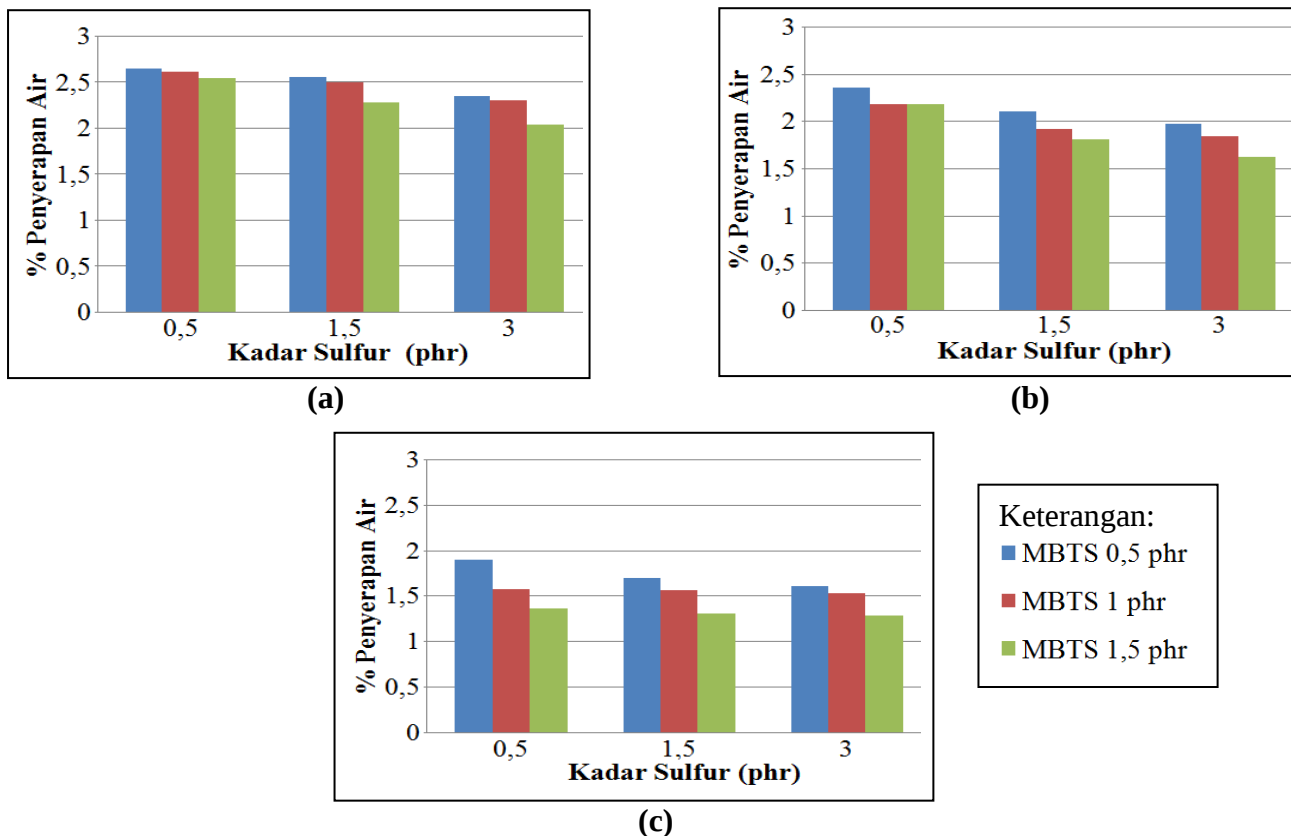
MBTS dan sulfur yang kurang homogen saat pembuatan kompon karet di *roll mill*, sehingga memungkinkan terdapat suatu daerah dengan intensitas agregat berukuran besar yang cukup tinggi, sehingga interaksi antara rantai polimer dengan *filler* menjadi tidak optimum di daerah tersebut.

Menurut Sasongko (2012), kompon karet yang mengalami proses vulkanisasi memiliki kelebihan sifat abrasi dibandingkan kompon karet yang belum mengalami proses vulkanisasi karena terbentuknya ikatan silang setelah proses vulkanisasi dan adanya interaksi antara rantai polimer dengan *filler*. Oleh karena itu, selain tidak meratanya penyebaran *filler* dan bahan-bahan aditif lainnya, hasil uji abrasi *thermoset rubber* juga dipengaruhi oleh kadar asam stearat, MBTS dan sulfur yang digunakan. Sedikitnya kadar

asam stearat, MBTS dan sulfur menyebabkan proses vulkanisasi yang terjadi kurang baik, sehingga ikatan silang yang terbentuk sedikit.

3.5 Penyerapan Air

Hasil uji penyerapan air pada *thermoset rubber* menggunakan campuran *filler carbon black*/abu terbang sawit yang ukurannya direduksi dengan variasi kadar asam stearat, MBTS dan sulfur dapat dilihat pada Gambar 4.7. Uji penyerapan air dilakukan untuk mengetahui kemampuan *thermoset rubber* dalam menyerap air. Sifat serapan air ditentukan berdasarkan jumlah air yang terserap di dalam sampel *thermoset rubber*, setelah dilakukan perendaman selama 8 hari sampai diperoleh massa konstan dari sampel yang berukuran 1 cm × 1 cm dan terdapat 2 spesimen dalam satu sampel.



Gambar 4.7 Pengaruh Kadar MBTS dan Sulfur terhadap Abrasi Pada Kadar Asam Stearat (a) 1 phr (b) 2 phr (c) 3 phr

Gambar 4.7 menunjukkan pengaruh kadar asam stearat, MBTS dan sulfur pada *thermoset rubber* dalam menyerap air. Persentase penyerapan air berbanding terbalik dengan peningkatan kadar asam stearat, MBTS dan sulfur. Semakin tinggi kadar asam

stearat, MBTS dan sulfur yang digunakan dalam pembuatan *thermoset rubber*, maka persentase penyerapan air yang dihasilkan semakin menurun. Dari Gambar 4.7 (a), (b) dan (c) dapat diketahui bahwa persentase penyerapan air tertinggi terdapat pada

thermoset rubber dengan kadar asam stearat 1 phr, MBTS dan sulfur 0,5 phr, yaitu 2,65%. Persentase penyerapan air terendah, yaitu 1,28% pada kadar asam stearat 3 phr, MBTS 1,5 phr dan sulfur 3 phr. Hal ini disebabkan pembuatan kompon yang homogen dan proses vulkanisasi terjadi dengan baik, sehingga hanya terdapat sedikit pori pada *thermoset rubber*.

Pada penelitian ini rata-rata sampel *thermoset rubber* memiliki persentase penyerapan air yang kecil antara 2,65%-1,28%. Hal ini disebabkan penggunaan kadar *filler* yang digunakan pada penelitian ini sama, yaitu 30 phr dengan rasio *filler carbon black*/abu terbang sawit yang sama juga, yaitu 70/30 phr. Jadi, kadar abu terbang sawit yang digunakan pada penelitian ini hanya sedikit. Menurut Saowapark (2005), kadar silika yang tinggi cenderung meningkatkan kadar air yang terserap karena silika bersifat *hidroscopic*. Oleh karena itu, sedikitnya kadar abu terbang sawit yang digunakan pada penelitian ini menyebabkan jumlah air yang terserap juga sedikit. *Thermoset rubber* yang memiliki sifat serapan air tinggi menunjukkan bahwa material tersebut rapuh dan memiliki sifat mekanik yang rendah dan sebaliknya *thermoset rubber* dengan sifat serapan air terendah menunjukkan bahwa material tersebut memiliki sifat mekanik yang baik.

IV KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat morfologi dan sifat mekanik, meningkat sebanding dengan peningkatan kadar asam stearat, MBTS dan sulfur. *Thermoset rubber* terbaik diperoleh pada sampel yang memiliki kadar asam stearat 3 phr, MBTS 1,5 phr dan sulfur 3 phr dengan nilai *tensile strength* 19,05 MPa, *elongation at break* 774,394% *hardness* 52±5 shore A, abrasi 0,074 mm³/kg dan persentase penyerapan air 1,28%. *Thermoset rubber* yang dihasilkan sebagian besar dapat direkomendasikan sebagai bahan kompon ban dalam kendaraan bermotor (SNI 06-1542-2006) dan sebagai kompon sol sepatu (SNI 12-0172-1987).

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Laboratorium Teknologi Bahan

Alam dan Mineral Universitas Riau, Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan Universitas Riau serta INABEC PT Karet Ngagel Wira Jatim Surabaya atas kerja sama dalam penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Lili Saktiani atas bantuan dalam melaksanakan penelitian pembuatan *thermoset rubber* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahrudin. 2011. *Pengantar Teknologi Karet*. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Chukwu, M. N., I. C. Madufor, M. D. Ayo, dan L. O. Ekebafé. 2011. *Effect of Stearic Acid Level on the Physical Properties of Natural Rubber Vulcanisate*. The Pacific Journal of Science dan Technology Vol. 12, No.1.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2012. *Produksi, Luas Areal dan Produktivitas Perkebunan di Indonesia*. <http://www.pertanian.go.id/Indikator/tab-el-3-prod-Isareal-prodivitas-bun.pdf>, diakses 25 Maret 2014, Pkl. 10.30 WIB.
- Ghosh, P., S. Katare., P. Patkar., J.M. Caruthers, dan V. Venkatasubramanian. 2003. *Sulfur Vulcanization of Natural Rubber For Benzothiazole Accelerated Formulations: From Reaction Mechanisms to A Rational Kinetic Model*, Rubber Chemistry dan Technology, 76 (3), 592.
- Parhusip. 2008. *Potret Karet Alam Indonesia*. http://perpustakaan.lpp.ac.id/index.php?p=show_detail&id=17209, diakses 9 April 2013, Pkl. 12.05 WIB.
- Peng, Y. K. 2007. *The Effect of Carbon Black and Silica Fillers on Cure Characteristics and Mechanical Properties of Breaker Compounds*. Master of Science Thesis, Universitas Science Malaysia
- Saktiani, L. 2012. *Pengaruh Kadar dan Rasio Massa Filler Hybrid Carbon Black/Abu Sawit Terhadap Morfologi dan Sifat*

Material Karet Alam Vulkanisat.
Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik,
Universitas Riau, Pekanbaru.

Hot Rolled Asphalt dengan Abu Sawit sebagai Filler. Makalah Simposium ke-4 FSTPT, Udayana, Bali.

Saowapark, T. 2005. *Reinforcement of Natural Rubber with Silica/Carbon Black Hibrid Filler*, Thesis, Mahidol University.

Susamma, A. P., Mary Kurian dan Arackal P. Kuriakose. 2002. *A New Binary Accelerator System For Filled Natural Rubber Vulcanization*. Iranian Polymer Journal, 11 (5), 311-323.

Sasongko, A. R. 2012. *Studi Pengaruh Ukuran Partikel dan Jumlah phr Carbon Black sebagai Bahan Pengisi Terhadap Sifat Mekanik Produk Karet Alam*. Skripsi Sarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Jakarta.

Sofyan, I. 2001. *Kimia Polimer*. Jakarta : Pradnya Paramita.

Sentosa, L., Bambang S. dan Pamudji W. 2001. *Kinerja Laboratorium Campuran*

Zahrina, I. 2007. *Pemanfaatan Abu Sabut dan Cangkang Sawit sebagai Sumber Silika Pada Sintesis Zsm-5 dari Zeolit Alam*. Jurnal Sains dan Teknologi, 6 (2), 31-34.