

# PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI FILLER DAN PEMBERIAN 3-METHACRYLOXYPROPYL TRIMETHOXY SILANE TERHADAP SIFAT MEKANIK LIS KARET PADA KULKAS

A.Rasyidi Fachry\*, Natalia Setyawati, Yeni Perwira Sari

\*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Alamat: Jl. Raya Inderalaya – Prabumulih KM. 32 Inderalaya 30662  
E-mail: kagakukogaku\_unsri@yahoo.com

## Abstrak

Pembuatan barang jadi karet merupakan salah satu upaya meningkatkan nilai ekonomis dari karet. Pembuatan karet menjadi barang jadi tidak terlepas dari pembuatan kompon karet. Lis karet pintu lemari es merupakan salah satu barang jadi karet yang penggunaannya sampai saat ini terus meningkat. Pembuatan formula kompon karet guna menghasilkan barang jadi dipengaruhi oleh beberapa faktor, namun faktor yang paling berpengaruh ialah jenis karet dan bahan pengisi yang digunakan. Saat ini, abu sekam padi merupakan suatu komoditi yang pemanfaatannya masih belum dimaksimalkan. Abu sekam padi yang mengandung 94,4 % silika dalam bentuk senyawa silikat diaplikasikan sebagai *filler* guna meningkatkan nilai ekonomisnya. Namun silika merupakan senyawa yang memiliki tingkat keasaman tinggi dan ketika digunakan sebagai bahan pengisi membutuhkan senyawa lain yaitu *silane coupling agent* dengan nama senyawa *3-methacryloxypropyl trimethoxysilane* guna menstabilkan ikatannya agar *crosslinking* yang terjadi pada vulkanisasi tidak terganggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan yang memenuhi SNI yakni pada sampel B3 sebesar 75-77 Shore A, perpanjangan putus pada sampel B2 sebesar 310 %, ketahanan ozon pada sampel B2 tidak retak, ketahanan usang paling baik pada sampel B2 dan *loading filler* paling baik pada penambahan *filler* 100 phr. Hasil analisa mengacu pada SNI 06-7098- 2005 untuk Lis Karet Pintu Lemari Es.

**Kata kunci :** abu sekam padi , kompon karet, lis karet kulkas, *silane coupling agent*, vulkanisasi

## Abstract

Making a rubber product is the effort to improve the economic value from the rubber. A rubber product related with the formula of the compound rubber. Rubber list of the refrigerator is one of the rubber product which needed. Making a compound rubber formula to make a rubber product involve some factor, but the most important is the variety of rubber and the filler is used. Nowadays, bran is the commodity that used can be improved economical value. But silica has strong acid and when it used as a filler needed a silane coupling agent. We used *3-methacryloxypropyl trimethoxysilane* as a coupling agent to stabilize the crosslinking in the vulkanisation process. The research showed that good hardness in sample B3 is 75-77 Shore A, elongation at break in sample B2 is 310 %, the ozone resistance also achieved and proved with no cracking, the best value after aging also in sample B2 proved with value decreases no matter and the best loading filler in 100 phr is added. The analyze is based on the SNI 06-7098-2005 to Rubber List of the Refrigerator.

**Keywords :** barn, rubber compound, rubber list of the refrigerator, silane coupling agent, vulcanization

## 1. PENDAHULUAN

Pengguna lemari es di Indonesia saat ini merata hampir diseluruh rumah penduduk. Penggunaan lemari es sendiri tidak terlepas dari penggunaan lis karetinya. Lis karet pada pintu lemari es sangat penting karena fungsinya sebagai penyekat sekaligus menjaga kelembaban suhu pada lemari es. Lis karet pada pintu lemari es merupakan karet vulkanisat atau karet yang mengalami proses vulkanisasi. Oleh karena itu, keberadaan lemari es tidak akan terlepas dari kualitas lis karet itu sendiri. Lis karet yang dibuat merupakan paduan dari kompon karet. Kompon karet merupakan karet alam padat yang ditambah dengan berbagai bahan kimia untuk memberikan sifat barang jadi karet yang diinginkan (Barlow, 1993 dalam Stevanie, 2014). Sifat karet alam yang tidak tahan terhadap minyak, asam pengoksidasi dan memiliki ketahanan terbatas terhadap asam mineral serta akan mengembang jika terkena senyawa hidrokarbon aromatik, alifatik dan hidrokarbon halogen membuat harus adanya riset dan pengembangan guna mengolah karet alam menjadi produk yang lebih baik (Stevanie, 2014). Melimpahnya Sumber Daya Alam di Indonesia harus mendorong adanya pemanfaatan bahan-bahan yang mampu disubstitusi guna menghasilkan produk karet yang diinginkan sehingga bahan-bahan yang tadinya kurang bernilai ekonomi mampu dimanfaatkan lebih maksimal lagi.

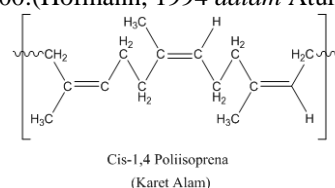
Kompon karet yang bagus harus sesuai SNI dimana spesifikasi produk karet tertentu dapat dipenuhi jika komponen – komponen maupun faktor – faktor yang membentuk sifat tersebut dapat diidentifikasi. Faktor tersebut dapat terukur jika ketiga hal seperti bahan baku, bahan kimia dan parameter proses terpenuhi. Salah satu komponen yang penting dalam pembuatan kompon adalah bahan pengisi (*filler*) yang berguna untuk memperkuat sifat mekanisnya. Dalam penelitian ini *filler* yang digunakan adalah silika dari abu sekam padi. Kandungan silika dalam abu sekam padi cukup tinggi mencapai 94,40%. Silika merupakan *filler* aktif yang dapat memperbaiki sifat mekanis kompon dengan meningkatkan kuat tarik, ketahanan sobek, modulus, *hardness*, ketahanan abrasi, dan masih banyak lagi. Oleh karena itu silika digunakan sebagai *filler* dalam penelitian ini.

Namun, dalam penelitian (Stevanie, 2014) mengatakan bahwa penambahan *filler* silika sebagai *filler* aktif harus ditambahkan senyawa kimia terlebih dahulu seperti senyawa amina, *glycol* atau *coupling agent*. Oleh karena

itu, penulis ingin mengetahui pengaruh penambahan *coupling agent* dan *filler* abu sekam padi yang digunakan terhadap sifat mekanis lis pintu lemari es.

### A. Karet Alam

Karet alam merupakan salah satu contoh dari senyawa poliisoprena yang dihasilkan secara alami oleh tanaman *Hevea Brasiliensis*. Tanaman ini menghasilkan getah yang disebut lateks dan diperoleh dengan cara menggores batang karet hingga terbentuk sebuah lekukan sepanjang  $\pm 8$ cm yang memungkinkan getahnya keluar. Lateks disini merupakan polimer alami berupa isoprena (cis 1,4-poliisoprena) dengan berat molekul 100.000 sampai 1.000.000. (Hofmann, 1994 dalam Atur, 2012).



Gambar 1. Struktur Molekul Karet Alam

### B. Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM)

EPDM merupakan contoh dari karet sintetis yang sifatnya mendekati sifat karet alam. Selain menggunakan karet alam sebagai bahan utama pada pembuatan kompon karet, karet sintetis juga bisa digunakan sebagai campuran dengan menggunakan perbandingan antara karet alam dengan karet sintetis. Perbandingan disesuaikan dengan produk akhir yang diinginkan. Karet sintetis cenderung memberikan sifat sendiri terhadap kompon karet, misalnya pada penelitian ini diinginkan karet yang tahan terhadap perubahan temperatur sehingga digunakan karet EPDM karena karet EPDM tahan terhadap perubahan temperatur yang ekstrim (Hendrawan, 2015).

### C. Bahan Kimia Tambahan

Kompon karet pada umumnya mengandung enam atau lebih bahan kimia karet yang masing-masing memiliki fungsi menyumbang sifat mekanis pada barang jadi karet yang diinginkan. Semakin banyak bahan kimia yang digunakan maka berpengaruh pula terhadap besarnya biaya yang dibutuhkan untuk membuat barang jadi karet. Umumnya, bahan kimia yang ditambahkan berupa bahan vulkanisasi (sulfur atau non-sulfur), bahan pengaktivasi, bahan pencepat, bahan pengisi dan bahan pelindung (Bobi, 2012).

#### 1) Bahan Vulkanisasi

Bahan kimia dalam proses vulkanisasi yang umum digunakan yaitu sulfur, sulfur digunakan baik pada karet alam maupun karet sintetis. Selain sulfur bahan lain seperti damar fenolik, peroksida organik, radiasi sinar gamma serta uretan juga dapat digunakan sebagai bahan kimia tambahan vulkanisasi. Kelebihan penggunaan sulfur dibanding dengan peroksida adalah hasil samping dari proses vulkanisasi dengan sulfur lebih ramah lingkungan. Jika dibandingkan dengan vulkanisasi radiasi, hasil vulkanisasi radiasi memiliki kelemahan yaitu ikatan silang yang terbentuk hanya dipermukaannya saja. Kelebihan menggunakan sulfur sebagai *crosslinking agent* selain harganya yang relatif murah, hasil ikatan silang yang terbentuk lebih banyak dan merata pada seluruh bagian kompon.

#### 2) Bahan Pncepat (*Accelerator Agent*)

Proses vulkanisasi dengan belerang berlangsung sangat lambat. Guna mempercepat proses vulkanisasi diperlukan satu atau kombinasi dua atau lebih bahan pncepat. Proses vulkanisasi karet alam dapat bekerja lebih baik bila disertai bahan pncepat anorganik maupun bahan pncepat organik. Bahan pncepat anorganik yang paling umum digunakan adalah oksida logam, sedangkan pncepat organik adalah senyawa yang memiliki gugus amina atau amida (Sthevanie, 2014).

#### 3) Bahan pengaktifasi

Bahan pengaktifasi biasanya digunakan bersama dengan bahan pncepat. Hal ini disebabkan percepatan proses vulkanisasi terjadi lebih cepat jika bahan pncepat teraktifasi. Pada umumnya bahan pncepat organik tidak akan berfungsi secara efisien tanpa adanya bahan pengaktifasi. Bahan pengaktifasi biasanya berupa asam lemak atau garam dari asam lemak dan zink oksida. Salah satu contohnya adalah asam stearat, sabun zink, atau amina stearat. Glikol atau trietanol amina dapat pula digunakan sebagai bahan pengaktifasi. Penggunaan bahan pncepat atau bahan pengaktifasi secara bersamaan membentuk sistem aktifator yang akan menstimulus proses percepatan pembentukan ikatan silang pada saat proses vulkanisasi berlangsung. Sistem aktifator pada proses vulkanisasi dengan belerang yang paling sering digunakan adalah kombinasi antara asam stearat dan zink oksida membentuk garam (Nola, 2001 *dalam* Bobi, 2012).

#### 4) Bahan Pelindung (*Antidegradan*)

Antidegradan adalah bahan kimia yang berfungsi sebagai antiozonan, yaitu melindungi karet dari kerusakan akibat serangan ozon, dan juga berfungsi sebagai antioksidan, yaitu

melindungi karet dari kerusakan akibat oksidasi. Beberapa jenis lilin (*wax*) sering digunakan sebagai antiozonan pada barang jadi karet yang statis. Antidegradan juga berfungsi sebagai *metal poison inhibitor*, yaitu pelindung karet dari oksidasi yang diakibatkan ion-ion prooksidan seperti ion tembaga, mangan dan besi. Bahan tersebut juga mampu melindungi karet dari sinar matahari atau suhu tinggi dan dari retak lentur.

#### 5) Bahan Pengisi (*filler*)

Bahan pengisi merupakan material paling besar kedua yang sangat berpengaruh dalam pembuatan kompon karet. Pada umumnya bahan pengisi digunakan untuk meningkatkan sifat pemrosesan. Fungsi utamanya sebagai penguat karena dapat meningkatkan satu atau lebih sifat elastomer sesuai kegunaannya. Selain itu bahan pengisi juga dapat meningkatkan banyaknya rantai polimer, umumnya bahan pengisi menggunakan kaolin, karbonhitam dan kalsium karbonat (Long, 1985 *dalam* Bobi, 2012).

Terdapat dua macam bahan pengisi yang digunakan dalam proses pengolahan karet, yaitu:

- a) Bahan pengisi yang tidak aktif dan hanya mampu menambah sifat kekerasan dan kekakuan pada produk karet dan justru menurunkan sifat lainnya. Bahan pengisi tidak aktif digunakan untuk menekan harga karet yang dibuat karena bahan ini berharga murah, contohnya kaolin, tanah liat, magnesium karbonat, barium sulfat dan barit.
- b) Bahan pengisi aktif atau bahan pengisi penguat. Contoh dari bahan pengisi aktif yaitu karbon hitam, silika, alumunium silikat dan magnesium silikat. Bahan ini menambah sifat kekerasan, ketahanan sobek dan ketahanan kikis serta tegangan putus. Tapi untuk menekan harga produksi biasanya bahan aktif dan bahan tidak aktif sama-sama ditambahkan.

#### D. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi berasal dari kulit padi yang dibakar sampai menjadi abu. Pada umumnya, sekam padi dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif untuk pembakaran batubata ataupun dibakar dan kemudian dipakai sebagai abu gosok. Sekam padi yang dihasilkan dari proses penggilingan sebesar 20% dari produksi padi, sedangkan jumlah abu yang dihasilkan bisa mencapai 18% dari jumlah sekamnya (Folletto, 2006 *dalam* Bambang, 2011). Sebagaimana abu pada umumnya, dilihat secara fisik warna abu hitam dan keabu-abuan.

Distribusi ukuran partikel abu sekam didominasi oleh ukuran 20-30  $\mu\text{m}$  dan hanya sebagian kecil yang lolos 40  $\mu\text{m}$ , berat jenisnya sekitar 1,732.

Pada penelitian ini digunakan *filler* aktif berupa silika yang berasal dari abu sekam padi. Seperti yang kita ketahui bahwa pemanfaatan sekam padi secara komersial masih relatif rendah. Sebab utamanya karena karakteristik sekam padi yang kasar, bernilai gizi rendah, memiliki kerapatan rendah dan kandungan abu yang cukup tinggi (Houston, 1972 dalam Rhevi 2014).

**Tabel 1.** Komposisi abu sekam padi

No.	Unsur	Kandungan (%)
1.	SiO <sub>2</sub>	94,4
2.	MgO	1,21
3.	K <sub>2</sub> O	1,06
4.	CaO	0,83
5.	Na <sub>2</sub> O	0,77
6.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,61
7.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03
8.	SO <sub>3</sub>	-

(sumber: Folleto, 2006 dalam Bambang, 2011)

### E. Coupling Agent

*Coupling agent* merupakan polimer yang merekatkan inorganik *filler* dengan polimer matriks. Biasanya digunakan untuk menstabilkan ikatan antara dua atau lebih ikatan yang seharusnya tidak dapat terikat antar permukaannya. *Coupling agent* digunakan untuk menghasilkan kekuatan komposit yang baik dan jangka waktu pemakaian yang lebih lama (Knight, 2011 dalam Arinta, 2012).

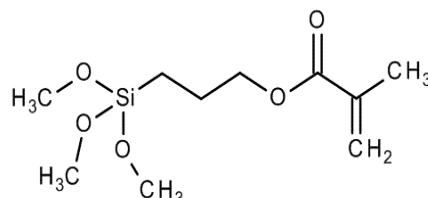
Mekanisme dari *coupling agent* sendiri dengan mengurangi pemanjangan saat keretakan sehingga menyebabkan *filler* memiliki kelenturan dan kekerasan yang lebih tinggi dibanding tidak menggunakan *coupling agent*. Pada umumnya, *filler* kurang cocok dengan polimer karena perbedaan sifat dan karakteristik. Dengan adanya *coupling agent* maka penolakan terhadap polimer diminimalisir sehingga *filler* akan lebih merekat dengan matriks polimer dan menghasilkan sifat mekanis baru dari campuran akhir yang lebih baik.

#### 1) Silane Coupling Agent

*Silane* merupakan senyawa yang terdiri atas silikon dan hidrogen dengan formula  $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ . *Silane* memiliki kemampuan untuk merekatkan material inorganik seperti resin, logam, oksida logam. Mekanisme perekatan didasarkan pada gugus dalam struktur *silane* yang bereaksi dengan *reinforcement* (penguat) sehingga dapat bereaksi dengan resin. *Silane coupling agent* memiliki dua gugus fungsional yang reaktif.

#### 2) Karakteristik 3-methacryloxypropyl trimethoxysilane

Pada penelitian ini digunakan *silane coupling agent* dengan nama senyawa 3-methacryloxypropyl trimethoxysilane. Senyawa tersebut dipilih karena senyawa *coupling agent* masih belum diperdagangkan secara bebas dan di toko-toko kimia hanya dijual senyawa *silane* promotor tersebut.



**Gambar 2.** Struktur Molekul Pada *Silane Coupling Agent*

Sifat fisiknya:

- Nama senyawa: 3-methacryloxypropyl trimethoxysilane
- Nama lain: Polyfix® 100, Methacryloxypropyl trimethoxysilane
- Formula:  $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_5\text{Si}$
- Berat molekul: 248.35 g/mol
- Kategori produk: Adhesion promoters
- Titik didih: 255 °C (1013 hPa)
- Massa jenis: 1.04 g/cm<sup>3</sup> (20 °C)
- Tekanan uap: < - 1.3 hPa (20 °C)
- Kelarutan: 20 °C) (dekomposisi lambat, terhidrolisa)

### F. Syarat Mutu Lis Karet Pintu Lemari Es Berdasarkan SNI Tahun 2005

Syarat mutu lis karet pintu lemari es berdasarkan SNI 06-7098-2005 dapat dilihat pada Tabel 2.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Alat yang digunakan

- 1) Labu refluks
- 2) Kondensor
- 3) Timbangan digital
- 4) Hot plate
- 5) Kertas saring
- 6) Screen 230 mesh
- 7) Alat gelas
- 8) Open Roll Mill

### B. Bahan penelitian yang digunakan

- 1) Karet Padat SIR-20
- 2) Karet sintesis EPDM
- 3) Abu sekam padi
- 4) 3-methacryloxypropyl trimethoxysilane

- 5) Metanol
- 6) Toluena
- 7) ZnO
- 8) Asam stearat
- 9) Sulfur
- 10) TMQ
- 11) EM33
- 12) TiO<sub>2</sub>

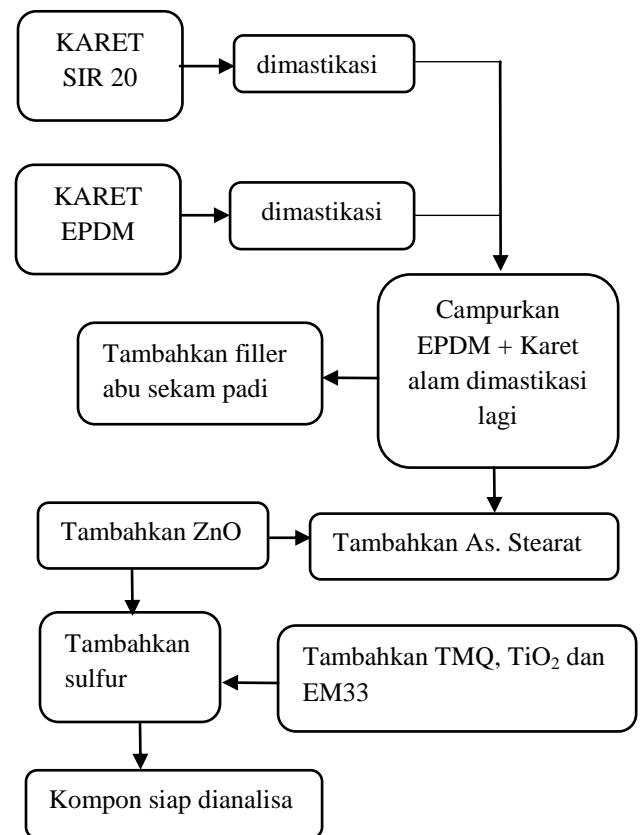
### C. Prosedur Penelitian

- 1) Pembuatan *filler* silika dari abu sekam padi
  - a) Sekam padi yang diambil dari pabrik penggilingan padi dibakar sampai menjadi abu.
  - b) Abu sekam padi diambil dan dibersihkan dari sekam yang tidak terbakar dan dari sekam yang menjadi arang.
  - c) Kemudian dihaluskan dan diayak sesuai ukuran yang diinginkan.
- 2) Sililasi abu sekam padi dengan *coupling agent*
  - a) Abu sekam padi dimasukkan ke dalam larutan campuran toluena dan *3-methacryloxypropyl trimethoxysilane* (1%)
  - b) Campuran lalu direfluks pada 120 °C selama 3 jam dengan *hot plate*
  - c) Setelah reaksi selesai, sampel direfluks kembali dengan 50 mL toluena pada 120 °C selama 2 jam untuk menghilangkan sisa *3-methacryloxypropyl trimethoxysilane* yang tidak bereaksi
  - d) Direfluks lagi dengan metanol selama 30 menit
  - e) Dikeringkan untuk menghasilkan silika tersililasi dengan *3-methacryloxypropyl trimethoxysilane*
- 3) Pembuatan kompon
  - a) Hidupkan *open roll mill*, lalu panaskan mesin dengan cara menggiling kompon yang telah jadi kira-kira 15 menit atau hingga mencapai suhu 80°C.
  - b) Mastikasi karet alam selama 7 menit dengan indikator tidak ada bolongan lagi yang terdapat pada karet yang sedang dimastikasi.
  - c) Mastikasi karet EPDM selama 5-6 menit dengan indikator tidak ada bolongan lagi yang terdapat pada karet yang sedang dimastikasi.
  - d) Campurkan karet EPDM dan karet alam, mastikasi lagi hingga tercampur merata dan tidak ada bolongan lagi

yang terdapat pada karet yang sedang dimastikasi.

- e) Tambahkan *filler* hingga dispersi *filler* homogen.
- f) Tambahkan *activator*, antioksidan, EM33 dan TiO<sub>2</sub> ke dalam kompon secara bertahap. Kompon digiling selama 2 – 3 menit untuk masing – masing penambahan bahan kimia.
- g) Tambahkan sulfur dan kompon digiling sampai sulfur merata.
- h) Perkecil celah antara *roll mill* dan kompon digiling sampai homogen.
- i) Setelah selesai kompon diuji.

### D. Diagram Alir Pembuatan Kompon



**Gambar 3.** Diagram alir pembuatan kompon karet

### D. Formula Kompon Karet

Formula kompon karet dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 2.** SNI 06-7098-2005

No	Uraian	Satuan	Persyaratan
1	Uji visual	-	Tidak ada cacat
2	Kekerasan	Shore A	80 ±5
3	Tegangan putus	Kg/cm <sup>2</sup>	Min. 120
4	Perpanjangan putus	%	Min 300
5	Kekuatan sobek	Kg/cm <sup>2</sup>	Min 60
6	Pengusangan pada suhu -10 <sup>0</sup> C selama 72 jam		
	Perubahan kekerasan	Shore A	Nilai awal ±10
	Tegangan putus	Kg/cm <sup>2</sup>	Min, 90
	Perpanjangan putus	%	Min. 225
7	Ketahanan terhadap ozon, 25 pphm, 20% regangan 40 <sup>0</sup> C, selama 48 jam	-	Tidak retak
8	Pampatan tetap ( <i>compression set</i> ) pada suhu -10 <sup>0</sup> C	%	Maks. 30%
9	Bahan yang digunakan	-	<i>Food grade</i>

(Sumber: BSNSNI 06-7098-2005)

**Tabel 3.** Formulasi kompon dalam satuan phr

Bahan	Sampel			
	B0	B1	B2	B3
Karet alam	50	50	50	50
Karet EPDM	50	50	50	50
ZnO	5	5	5	5
Asam stearat	1	1	1	1
Filler Abu sekam padi	60	80	100	120
Sulfur	1.5	1.5	1.5	1.5
EM33	1	1	1	1
TiO <sub>2</sub>	5	5	5	5
TMQ	1	1	1	1
Total	168.5	188.5	208.5	228.5

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini digunakan *silane coupling agent* untuk meningkatkan ikatan silang antara karet alam dan *filler*. Ikatan silang dapat terjadi dengan menggunakan bahan vulkanisasi seperti sulfur, tetapi karena gugus silanol pada silika yang mudah menyerap air menyebabkan permukaannya menjadi lebih asam sehingga perlu ditambahkan senyawa *silane coupling agent* yang dalam penelitian ini dipakai *3-methacryloxypropyl trimethoxysilane*. Senyawa *silane coupling agent* tidak langsung ditambahkan ke dalam pembuatan kompon, melainkan disililasi ke dalam *filler*.

Sililasi *silane coupling agent* menggunakan toluen sebagai pelarut. Jika air yang digunakan sebagai pelarut, sebagian besar gugus alkoksi dari silan akan mengalami hidrolisis dan kondensasi sehingga terbentuk jaringan polisilan sebelum berinteraksi dengan permukaan silika. Hal ini mengakibatkan gugus aktif silanol yang bereaksi dengan silan sangat sedikit dan persen sililasi yang dihasilkan pun kecil. Sebaliknya, sililasi yang dilakukan di dalam pelarut toluen, reaksi kondensasi dan hidrolisis antara satu atau lebih gugus fungsi molekul silan yang berdekatan sebagian besar akan terjadi pada permukaan silika, sehingga reaksi antara gugus silanol dengan gugus fungsi silan cenderung lebih besar. Selain itu, kemungkinan reaksi kondensasi sesama molekul silan relatif lebih kecil.

Pada pembuatan kompon, pencampuran merupakan proses yang paling penting karena proses ini menentukan tekstur dari kompon yang dihasilkan dan pendistribusian bahan-bahan kimia dalam karet ditentukan oleh proses pencampuran. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu pencampuran antara lain suhu mesin, waktu pencampuran dan urutan pemasukan bahan. Suhu mesin yang digunakan dalam penelitian ini cukup tinggi yaitu 80<sup>0</sup>C karena menggunakan *filler* silika dari abu sekam padi. Hal ini bertujuan untuk mengurangi uap air dalam *filler*. Kemudian penambahan *filler* abu sekam padi yang telah disililasi dilakukan sebelum zat aditif lain ditambahkan, karena jika ditambahkan setelah zat aditif lain maka fungsi *silane coupling agent* akan hilang. Tabel analisa dari pengujian sampel dapat dilihat pada Tabel 4.

Untuk mengetahui komposisi *filler* yang optimum dalam kompon karet alam, dilakukan pengujian sifat mekanik pada kompon karet dengan loading penambahan *filler* silika. Hasil pengujian terhadap loading penambahan silika dijelaskan sebagai berikut. Pada tabel hasil 4

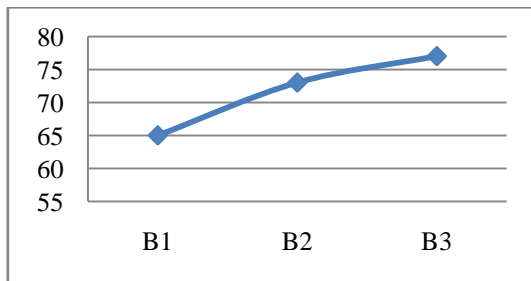
Sampel B0 lembek sehingga tidak memungkinkan untuk dianalisa.

**Tabel 4.** Hasil analisa pengujian sampel

Sampel	B0	B1	B2	B3
Sifat fisik				
Kekerasan	Lembek	63-65 Shore A	70-73 Shore A	75-77 Shore A
Tegangan putus	Lembek	36.281 kg/cm <sup>2</sup>	48 kg/cm <sup>2</sup>	8.135 kg/cm <sup>2</sup>
Perpanjangan putus	Lembek	209%	310%	6.786 %

#### A. Analisa Kekerasan (*hardness*)

Kekerasan merupakan ukuran kekakuan dari komponen karet. Kekerasan juga merupakan salah satu parameter uji untuk lis karet pintu lemari es. Berdasarkan SNI 06-7098-2005, nilai kekerasan untuk produk lis karet pintu lemari es adalah sebesar  $80 \pm 5$  shore A. Berdasarkan hasil analisa, diperoleh grafik pengaruh penambahan *filler* terhadap kekerasan vulkanisat produk yang ditunjukkan pada gambar 4.

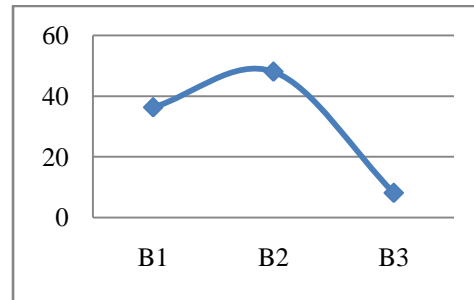


**Gambar 4.** Pengaruh Penambahan Silika terhadap Kekerasan Vulkanisat

*Loading filler* silika terjadi mulai pada penambahan *filler* sebanyak 80 phr yang ditunjukkan dengan nilai hasil pengujian. Pada grafik dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kekerasan seiring dengan penambahan massa *filler*. Namun hanya nilai kekerasan sampel B3 yang memenuhi SNI 06-7098-2005.

#### B. Analisa Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)

Pengaruh variasi penambahan *filler* silika terhadap tegangan putus komponen lis karet pintu lemari es ditunjukkan pada gambar 5.



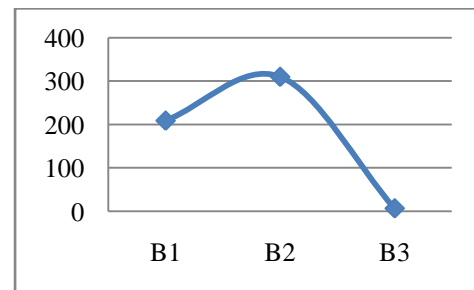
**Gambar 5.** Pengaruh Penambahan Silika terhadap tegangan putus Vulkanisat

Penambahan *filler* silika dapat meningkatkan tegangan putus sampai dengan penambahan 100 phr dan terjadi penurunan yang cukup tajam pada sampel dengan penambahan *filler* sebanyak 120 phr. Banyaknya penambahan *filler* silika akan menurunkan tegangan putusnya. Hal ini dikarenakan *filler* tidak terdispersi akibat dari penambahan *filler* yang terlalu tinggi. *Filler* yang terlalu banyak akan menggumpal dan menyebabkan dispersi *filler* dalam komponen tidak merata, sehingga penggilingan komponen karet menjadi kurang baik.

Sampel B3 memiliki kekerasan yang tinggi yaitu 75-77 Shore A, namun memiliki tegangan putus yang rendah yaitu 8.135 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai ini menunjukkan bahwa sampel B3 memiliki elastisitas yang rendah dan getas. Bila dibandingkan dengan teori maka nilai yang teranalisa selaras dengan teori yang menyatakan dengan bertambahnya nilai kekerasan suatu komponen, maka nilai elastisitasnya justru semakin menurun.

#### C. Analisa Perpanjangan Putus

Pengaruh variasi penambahan *filler* silika terhadap perpanjangan putus komponen lis karet pintu lemari es ditunjukkan pada gambar 6.



**Gambar 6.** Pengaruh Penambahan Silika terhadap perpanjangan putus Vulkanisat

Pengaruh penambahan *filler* silika terhadap perpanjangan putus sama dengan tegangan putus. Terjadi peningkatan sampai

dengan penambahan 100 phr dan menurun cukup tajam pada sampel dengan penambahan *filler* sebanyak 120 phr. *Loading* penambahan *filler* silika optimum terjadi pada penambahan *filler* sebanyak 100 phr dengan nilai kekerasan 70-73 Shore A, tegangan putus 48 dan perpanjangan putus 310%. Oleh karena itu sampel B2 dilakukan analisa lanjutan.

**Tabel 5.** Hasil analisa lanjutan sampel B2

No	Parameter uji	Hasil
3	Tear Resistance, kg/cm <sup>1</sup>	17
4	Compression Set, 25% defl, 10°C, 24h	45
5	Ozon Resistance, 20 pphm, 40°C, 48h After Aging, -10°C, 72h -Hardness, Shore A	No Crack
6	- Tensile Strength, kg/cm <sup>2</sup>	70 – 72 43
	- Elongation at Break, %	287

Dalam penelitian ini menggunakan campuran karet alam dan karet sintetis EPDM agar kompon yang dihasilkan memiliki ketahanan usang yang baik. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengusangan pada Tabel 4.2. Dari tabel hasil analisa didapatkan kekerasan sebesar 70-73 Shore A sebelum dilakukan pengusangan dan 70-72 Shore A setelah dilakukan pengusangan. Berdasarkan SNI 06-7098- 2005, perubahan kekerasan yang diizinkan sebesar ± 10 dari nilai awal dan sampel B2 memenuhi standar tersebut. Selain nilai kekerasan nilai perpanjangan putus pun memenuhi SNI 06-7098-2005 sesudah dilakukan pengusangan.

Untuk parameter selanjutnya yakni pengujian ketahanan terhadap ozon. Pengujian ketahanan terhadap ozon sangat penting dilakukan karena melalui pengujian ini dapat diketahui ketahanan kompon terhadap proses oksidasi, keretakan secara mekanik dan kerusakan yang disebabkan oleh ozon dan panas pada saat proses vulkanisasi maupun dari kondisi alamiah. Sampel B2 memenuhi SNI 06-7098-2005, tidak retak.

Namun pada hasil analisa kekuatan sobek (*Tear Resistance*) dan pampatan tetap (*Compression Set*) tidak memenuhi SNI 06-7098-2005. Sifat mekanik kompon tidak hanya dipengaruhi oleh *filler* namun juga dipengaruhi oleh jenis karet yang digunakan. Lis karet pintu lemari es pada umumnya dibuat dengan karet sintetis EPDM murni, tetapi pada penelitian ini menggunakan campuran karet alam 50 phr dan karet sintetis EPDM 50 phr yang bertujuan untuk menekan biaya produksi.

Secara ekonomis penggunaan karet campuran tersebut diatas dapat dilakukan, namun secara teknis perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai rasio pencampuran karet alam dan karet sintetis EPDM, karena karet sintetis EPDM memiliki karakteristik lebih baik daripada karet alam. Penggunaan campuran karet alam dan karet sintetis EPDM dengan rasio 50 phr : 50 phr dalam penelitian ini memperbaiki ketahanan usang namun belum memperbaiki tegangan putus, kekuatan sobek dan pampatan tetap.

#### 4. KESIMPULAN

- 1) *Coupling agent* mempengaruhi sifat mekanik lis karet pintu lemari es.
- 2) Parameter yang memenuhi SNI 06-7098-2005, antara lain:
  - a. Kekerasan pada sampel B3 sebesar 75-77 Shore A
  - b. Perpanjangan putus pada sampel B2 sebesar 310 %
  - c. Ketahanan ozon pada sampel B2 tidak retak
  - d. Ketahanan usang pada sampel B2, kekereasan sebesar 70-72 Shore A dan perpanjangan putus sebesar 287%
- 3) Sifat mekanik vulkanisat lis karet pintu lemari es paling baik terjadi pada penambahan *filler* sebanyak 100 phr

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alfa & Honggokusumo Suharto. 1996. *Bahan Kimia Penyusun Kompon*. Balai Industri Teknologi Karet. Bandung.
- Ansarifar, A. 2005. *The Use of a Silanised Silica to Reinforce and Crosslink Natural Rubber*. International Journal of Adhesion and Adhesives 25:77-86
- Arkles, Barry. 2006. *Silane Coupling Agents*. Gelest, Inc. USA.
- Barlow, F.W. 1993. *Rubber Compounding*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Difandra, Arinta. 2012. *Pengaruh Perlakuan Permukaan Menggunakan Silane Coupling Agent Terhadap Interaksi Enceng Gondok Dengan Resin Epoksi*. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Hendrawan, Muhammad Alfatih dan Purboputro, Pramuko Ilmu. 2015. *Pengaruh Komposisi Bahan Komposit Karet Terhadap Kekuatan Tarik dan Keausan Bahan Karet Luar Ban Pada Lintasan Semen*. *Prosiding SNST ke-6*, ISBN-978-602-99334-4-4.



- Mark, James E, dkk. (2005). *Science and Technology of Rubber Third Edition*. Elsevier : Amsterdam.
- Marlina, Popy. Pratama, Fili. Hamzah, Basumi dan Pambayun, Rindit. *April 2014*. Perubahan Kekerasan Kompon Karet Dengan Bahan Pengisi Arang Aktif Tempurung Kelapa dan Nano Silika Sekam Padi. *ISSN: 1410-0029 Agrin Vol. 18, No. 1, April 2014*.
- Nasution, Darwin Yunus. 2006. Pengaruh Ukuran Partikel dan Berat Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Sifat Kuat Sobek, Kekerasan dan Ketahanan Abrasi Kompon. *Jurnal Sains Kimia Vol. 10: 86-91*
- Panitia Teknis 45S. 2005. *Lis Karet Pintu Lemari Es*. BSN. SNI 06-7098-2005
- Putra, Bobi Andika dan Kristianto, Dwi Aji. *Juli 2012*. Pengaruh Penambahan Filler Kaolin Terhadap Elastisitas dan Kekerasan Produk Souvenir Dari Karet Alam (*Hevea Brasiliensis*). *Prosiding SNTK TOPI 2012, ISSN. 1907-0500*.
- P3 Bogor. 1985. *Petunjuk Pembuatan Barang dari Karet Alam*. PT Kinta. Jakarta
- Rohman S. Sembiring Z. Simanjuntak W. Suka I.G. *April 2008*. Fungsionalisasi Silika Sekam Padi Dengan 4-Vinil Piridin Menggunakan Metode Grafting. *Jurnal Sains MIPA. ISSN: 1978-1873*
- Sasongko, Atur Riga. 2012. *Studi Pengaruh Ukuran Partikel dan Jumlah PHR Carbon Black Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Sifat Mekanik Produk Karet Alam*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. Depok.
- Sarkawi, Siti S. 2013. *Nano-reinforcement of tire rubber: silica technology for natural rubber*. Ph.D Thesis. University of Twente, Enschede, the Netherlands.
- Sidabutar, Victor Tulus Pangapoi. 2013. *Pengujian Sifat Fisik Barang Jadi Karet*. Balai Besar Pendidikan dan Pelatihan Ekspor Indonesia, Direktorat Jendral Pengembangan Ekspor Nasional Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. Jakarta.
- Sidabutar, Victor Tulus Pangapoi. 2014. *Kajian Literatur Modifikasi Kekerasan Kompon Ditinjau Dari Elastomer, Bahan Pengisi, Process Oil dan Accelator*. Balai Besar Pendidikan dan Pelatihan Ekspor Indonesia, Direktorat Jendral Pengembangan Ekspor Nasional Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. Jakarta.
- Sthevanie dan Susanti, Susi. 2014. *Pengaruh Filler Campuran Silika Dan Cangkang Kerang Darah Terhadap Sifat Mekanis Kompon Sol Sepatu Olahraga Dari Karet Alam*. Laporan Penelitian. Universitas Sriwijaya.
- Surya, Indra. Ismail, H. Azura, A.R. *Juli 2013*. Alkanolamide as an Accelator Filler Dispersant and a Plasticizer in Silica-filled-natural rubber compounds. *Poymer Testing 32(2013) 1313-1321*.
- Soeswanto, Bambang dan Lintang, Ninik. *Mei 2011*. Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Menjadi Natrium silikat. *Jurnal Fluida Vol. VII, No. 1, Mei (2011) 18-22*
- Tim Penulis. 2010. *Analisa Barang Karet*. Akademi Teknologi Kulit Yogyakarta.
- Zuhra, Cut Fatimah. 2006. *Karet*. Karya Ilmiah: Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara