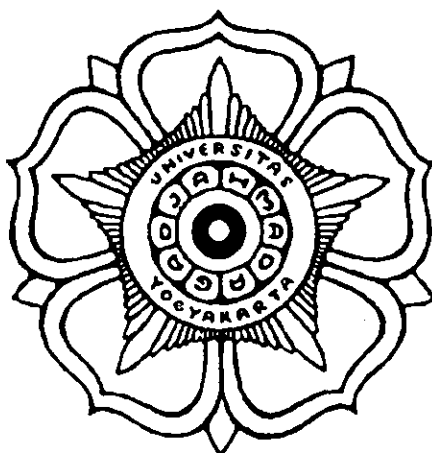


**Tesis**

**MODIFIKASI PERMUKAAN *PRECIPITATED CALCIUM CARBONATE* (PCC)  
DENGAN *COATING AGENTS* ASAM STEARAT DAN GAMA  
MERCAPTOSILANE SEBAGAI *REINFORCING FILLER* PADA PEMBUATAN  
KOMPON KARET**

**Program Studi Teknik Kimia  
Kelompok Bidang Ilmu-Ilmu Teknik**



**Diajukan Oleh  
Ummul Habibah Hasyim  
07/263305/PTK/4200**

**Kepada  
PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS GADJAH MADA  
YOGYAKARTA**

**2014**

# TESIS

## **"MODIFIKASI PERMUKAAN *PRECIPITATED CALCIUM CARBONATE* (PCC) DENGAN *COATING AGENTS* ASAM STEARAT DAN GAMA MERCAPTOSILANE SEBAGAI *REINFORCING FILLER* PADA PEMBUATAN KOMPON KARET"**

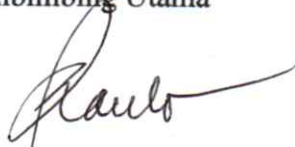
dipersiapkan dan disusun oleh

**Ummul Habibah Hasyim**  
**07/263305/PTK/4200**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada tanggal 16 Mei 2013

### **Susunan Dewan Penguji**

Pembimbing Utama



Ir. Supranto, M.Sc., Ph.D

Anggota Dewan Penguji Lain



Prof. Ir. Panut Mulyono, M.Eng., D.Eng

Pembimbing Pendamping



Prof. Ir. Arief Budiman, MS., D.Eng.

Nama Penguji 2



Ir. Imam Prasetyo, M.Eng., Ph.D.

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk memperoleh gelar Magister

Tanggal.....  
Pengelola Program Studi : Teknik Kimia



Prof. Ir. Rochmadi, S.U., Ph.D.  
NIP. 19550216 198103 1 002

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia / Wakil Penanggungjawab Program Studi S2/S3 Teknik Kimia



Ir. Moh. Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19650918 199103 1 002

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 29 Februari 2014

Ummul Habibah Hasyim

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas selesainya penelitian dan penyusunan tesis ini. Pada kesempatan baik ini, penulis berkenan mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Moh. Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
2. Bapak Rochmadi, selaku Ketua Pengelola Program Pasca Sarjana Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada
3. Bapak Ir. Supranto, MSc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama
4. Bapak Prof. Ir. Arief Budiman, M.Eng., D.Eng., selaku Pembimbing Pendamping
5. Orang tua, Bapak Hasyim Asy'ari dan Ibu Hasniati Luthan yang telah memberikan dorongan dan doanya
6. Suami dan Anakku Reddy Oktariawan dan Abiyyu Shofwaan Al Rasyid yang selalu menjadi kekuatan, adik – adikku Dzul Istiqomah Hasyim dan Danu Prasetyo Adji
7. Adik – adik Grin, Ita, Maya, Yaya, Mutia Tari, Mila yang telah membantu penyelesaian tesis
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian proposal tugas akhir ini

Penulis menyadari kekurangan dalam penyusunan tesis ini, guna penyempurnaan tesis ini, saran sangat diharapkan. Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, Februari 2014

Penulis

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Produksi Karet Alam Negara-negara Produsen Utama .....	2
Tabel 4.1. Pengaruh Penambahan Coating Agents Asam Stearat pada PCC terhadap Distribusi Ukuran Partikel .....	34
Tabel 4.2. Pengaruh Penambahan Coating Agents Gama Mercaptosilane pada PCC terhadap Diameter partikel rata-rata ( $D_{avg}$ ).....	35
Tabel 4.3. Hasil Uji Analisis Varian terhadap Distribusi Ukuran Partikel PCC sebelum dan sesudah dilapisi coating agents ..	37
Tabel 4.4. Pengaruh Penambahan Coating Agents Gama Mercaptosilane Terhadap Luas Permukaan Total PCC .....	39
Tabel 4.5. Hasil Uji Sifat Fisis PCC sebelum pelapisan dan PCC sesudah pelapisan terhadap efek penguatan.....	42
Tabel 4.6. Pengaruh Surface Treatment Terhadap Sifat Tegangan Putus Vulkanisat Karet.....	43
Tabel 4.7. Pengaruh Surface Treatment terhadap Sifat Ketahanan Sobek Vulkanisat Karet .....	44
Tabel 4.8. Pengaruh Surface Treatment Terhadap Sifat Ketahanan Kikis Vulkanisat Karet .....	46
Tabel 4.9. Pengaruh Surface Treatment Terhadap Sifat Kekerasan Vulkanisat Karet .....	47

## ABSTRACT

Precipitated Calcium Carbonate (PCC) is a type of filler which has been developed into semi reinforcing filler. To make this semi reinforcing filler improved to reinforcing type, it needs a treatment in the surface of the PCC filler by giving coating agents.

The research aims to gain information on the best process condition in the surface of PCC filler modification process. Also, it aims to identify the completion in modification process in the form of the distribution on particle size, the surface area, and the porosity of filter product. Surface modification process started with eliminating contaminant and level of water in the oven. PCC heating process conducted in the temperature of 100°C for an hour. The PCC which had no contaminant and fluidized mixed with coating agent in a mixer with 1 – 5% concentration and 75 g of PCC. The researcher used stearic acid ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ ) and gamma mercaptosilane ( $\text{HSC}_3\text{H}_6\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ ) as the coating agents. PCC resulted from coating process was refluidized for an hour to achieve maximum mixing.

PCC surface modification process cannot significantly change the parameter of PCC's total particle surface area, porosity, and particle size distribution. An addition of 1-5% of coating agents will not give a complete coat, only some particles surface will be coated as a more active PCC surface. Which will strengthen the vulcanized rubber. Asam stearat can improve tensile strength, tear resistance and hardness of rubber. Gama mercaptosilane can improve abrasion resistance.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Ditengah ancaman pelemahan dalam pertumbuhan ekonomi dunia akibat krisis keuangan, perekonomian Indonesia juga akan mendapat tekanan yang cukup berat. Pelemahan pertumbuhan ekonomi di negara-negara industri memberikan tekanan yang cukup besar terhadap kinerja ekspor komoditas, namun diharapkan dengan pangsa yang cukup besar dan adanya ekspektasi perbaikan perekonomian dunia dalam 2 s/d 3 tahun ke depan, ekspor komoditas masih tetap menjadi tumpuan perekonomian dalam jangka panjang. Ekspor komoditas yang selama ini menopang perekonomian pasca krisis 1997, diharapkan dapat kembali menjadi salah satu faktor penting dalam penguatan perekonomian Indonesia ke depan.

Peranan karet dan barang karet terhadap ekspor nasional tidak dapat dianggap kecil mengingat Indonesia merupakan produsen karet no 2 (dua) terbesar di dunia dengan produksi sebesar 2,55 juta ton pada tahun 2007 setelah Thailand (produksi sebesar 2,97 juta ton) dan negara yang memiliki luas lahan karet terbesar di dunia dengan luas lahan mencapai 3,4 juta hektar di tahun 2007, seperti dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.1. Produksi karet alam Negara – negara produsen utama

	Thailand	Indonesia	Malaysia	India	China	Lain-lain
2002	2.615	1.630	805	641	468	1.181
2003	2.876	1.792	909	707	480	1.189
2004	2.984	2.066	1.098	743	486	1.224
2005	2.900	2.270	1.132	772	575	1.164
2006	3.130	2.415	1.280	853	600	1.242
2007	2.970	2.550	1.210	807	663	1.265

Sumber : IRSG (International Rubber Study Group)

Dengan posisi yang cukup strategis tersebut, karet diharapkan menjadi salah satu penggerak kebangkitan ekonomi. Strategi optimalisasi ekspor karet dinilai tepat mengingat harganya yang cukup tinggi di pasar internasional dan kemampuan pasar dalam negeri untuk mengolah karet menjadi barang industri masih rendah. Karet alam masih memiliki sifat yang lemah yang perlu diperkuat. Dan penguatan dapat meningkatkan sifat karet seperti *tear strength*, *abrasion resistance*, *stiffness*, dan *hardness* (Ansarifar dkk., 2004).

Dalam pembuatan barang karet diperlukan bahan pengisi (*filler*) yang tidak hanya berguna untuk memperbesar volume dan menekan harga, tetapi juga dapat memperbaiki dan meningkatkan sifat fisik dan mekanik barang karet yang dihasilkan, sehingga sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Vulkanisat dengan komposisi karet, sulfur, akselerator, aktivator dan asam organik relatif bersifat lembut. Nilai jual dan kualitas produknya dalam industri modern pun relatif rendah. Untuk memperbaiki nilai jual dan kualitas produk di



industri perlu ditambahkan bahan pengisi. Penambahan ini meningkatkan sifat – sifat mekanik seperti *tensile strength*, *stiffness*, *tear resistance*, dan *abrasion resistance*. Bahan yang ditambahkan disebut *reinforcing fillers* dan perbaikan yang ditimbulkan disebut *reinforcement*. Hanya sedikit bahan pengisi yang bersifat memperbaiki satu atau dua sifat karet alam. Sementara yang lainnya melemahkan vulkanisat pada satu atau dua sifat. Bahan tersebut dikenal sebagai *inert fillers*. Kemampuan *filler* untuk memperbaiki sifat vulkanisat dipengaruhi oleh sifat alami *filler*, tipe *elastomer* dan jumlah *filler* yang digunakan. Komposisi kimia dari *filler* menentukan kemampuan kerja dari *filler*.

Bahan pengisi dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu bahan pengisi berwarna hitam (*black filler*) dan bahan pengisi bukan berwarna hitam (*non black filler*). Bahan pengisi berwarna hitam contohnya adalah *carbon black* dan bahan pengisi bukan berwarna hitam contohnya adalah silica, presipitasi kalsium karbonat. Kebutuhan bahan pengisi penguat barang karet semakin meningkat seiring dengan bertambahnya produksi barang – barang karet. Dalam Barlow, (1993) disebutkan bahwa bahan pengisi bukan berwarna hitam memiliki ketahanan abrasi yang rendah akibat daya regang yang tinggi. Oleh karena itu diperlukan alternatif bahan pengisi baru yang mampu menggantikan bahan pengisi yang ada sekarang.

Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) memiliki sifat-sifat berupa serbuk berwarna putih atau Kristal tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, terdekomposisi pada suhu  $825^\circ\text{C}$ , tidak mudah terbakar, tidak larut dalam air, dan dapat larut dalam asam dengan membebaskan gas  $\text{CO}_2$  (Sax, 1987). Dengan kemurnian dan

kehalusan yang tinggi  $\text{CaCO}_3$  banyak diperlukan dalam industri tapal gigi, cat, farmasi, kosmetik, kertas, karet dan lain-lain, baik sebagai bahan dasar maupun bahan penolong. Untuk kebutuhan itu, Indonesia masih mendatangkan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dari luar negeri. Umumnya bahan itu dibuat secara kimia dari suspensi kapur padam dan gas karbon dioksida. Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) menurut prosesnya terdiri dari *Precipitated Calcium Carbonat* (PCC) dan *Ground calcium carbonate* (GCC). Dalam industri karet, PCC telah dikembangkan sebagai alternatif bahan pengisi (*filler*) sebagai *semi reinforcing white filler*. Sejauh ini kebutuhan PCC sebagai *filler* karet di dalam negeri masih diimport. Karenanya PCC sebagai *semi reinforcing white filler* dimungkinkan untuk dikembangkan dan diproduksi di dalam negeri dengan memanfaatkan sumber daya alam yang melimpah di Indonesia.

PCC yang digunakan sebagai filler harus memenuhi kriteria matrix compatibility. PCC harus mempunyai kemampuan kontak dengan polymer matrix secara baik sehingga mudah terdispersi dengan baik dalam polymer matrix. PCC yang terdispersi dengan baik dalam polymer matrix diharapkan dapat menimbulkan beberapa keunggulan, antara lain : meningkatkan stress transfer dan mengurangi potensi penggumpalan filler ketika proses pencetakan produk polymer.

Faktor penentu untuk tingkat penguatan adalah luas permukaan total bahan pengisi dan aktivitas dari permukaan filler dalam hubungannya dengan elastomer kompon karet. Hal ini ditentukan oleh luas permukaan spesifik dari bahan pengisi dan oleh penambahannya serta aktivitas dari permukaan filler. Luas permukaan

menunjukkan besarnya permukaan yang dapat berinteraksi dengan bahan lain sedang aktivitas permukaan menunjukkan kuat tidaknya ikatan antara *filler* dengan kompon karet. Makin aktif gugus aktif di permukaan filler makin kuat ikatan dengan kompon karet maka makin baik vulkanisat karetnya. Karenanya diperlukan perlakuan permukaan pada PCC agar tidak hanya digunakan sebagai bahan pengisi pada karet, namun dapat menjadi bahan pengisi penguat (*reinforce filler*)(Franta, 1989). Perlakuan permukaan pada PCC dapat dilakukan dengan melapisi permukaan PCC dengan coating agents. Dengan perlakuan ini diharapkan PCC memiliki karakteristik fisik yang lebih baik yang dapat meningkatkan nilai ekonomis PCC.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimanakah perubahan karakter PCC sesudah modifikasi permukaan dengan menggunakan coating agent?
2. Bagaimana kondisi terbaik proses modifikasi tersebut?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Meningkatkan karakter filler PCC semi reinforce menjadi filler PCC reinforce dengan memodifikasi permukaan filler PCC menggunakan coating agents asam stearat dan gama mercaptosilane
2. Mendapatkan kondisi proses terbaik modifikasi permukaan filler PCC dengan pengukuran keberhasilan melalui identifikasi ; *average diameter*, luas permukaan

an, dan porositas serta uji penggunaan filler pada penambahan kompon karet, untuk mengetahui kualitas filler PCC hasil modifikasi permukaan dengan uji sifat mekanik/fisis filler PCC hasil modifikasi dalam vulkanisat karet.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

##### 1. Bagi Ilmu Pengetahuan

Mengetahui pengaruh penambahan *coating agents* pada proses modifikasi permukaan terhadap PCC yang diharapkan menghasilkan *filler* yang dapat digunakan sebagai *reinforcing filler* pada kompon karet.

##### 2 . Bagi bangsa dan Negara

- a. Mengacu pada agenda riset nasional dapat membantu pemerintah dalam mengatasi permasalahan pengadaan *filler* karet bagi perusahaan karet.
- b. Membantu pemerintah dalam memajukan industri kalsium karbonat dan PCC Indonesia
- c. Meningkatkan nilai ekonomis PCC.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

##### 2.1.1. Bahan Pengisi (*Filler*) Karet

Bahan pengisi merupakan bahan yang ditambahkan dalam jumlah besar ke dalam karet untuk mengurangi jumlah karet yang dibutuhkan, memperbesar volume, penguat vulkanisat karet, pewarna maupun untuk menekan harga (Herminiwati, 1997).

Semula bahan pengisi diklasifikasikan sebagai bahan pengisi berwarna hitam (*black filler*) dan bahan pengisi bukan berwarna hitam (*non black filler*). Namun berdasarkan kemampuannya untuk memperkuat sifat mekanik vulkanisat karet, maka bahan pengisi menurut Maurya (1981) dibedakan menjadi dua golongan, yaitu :

1. Bahan pengisi aktif, merupakan bahan pengisi yang mampu meningkatkan sifat mekanik vulkanisat karet, seperti tegangan putus, ketahanan sobek, ketahanan kikis sehingga memperpanjang umur pakai. Bahan pengisi jenis ini dinamakan juga sebagai bahan pengisi penguat (*reinforcing filler*), diantaranya adalah : *carbon black*, *silica*, aluminium silikat, kalsium silikat dan lain – lain.
2. Bahan pengisi tidak aktif, merupakan bahan pengisi yang tidak mempunyai efek penguatan terhadap sifat fisik mekanik vulkanisat karet, terutama berfungsi untuk memperbesar volume sehingga dapat mengurangi jumlah

karet yang dibutuhkan, meningkatkan kekerasan dan menekan biaya. Bahan pengisi jenis ini dinamakan sebagai bahan pengisi bukan penguat (*non reinforcing filler*), contohnya kaolin, talk, chalk, kieselguhr dan lain – lain.

Bahan pengisi berwarna hitam contohnya adalah *carbon black* dan bahan pengisi bukan berwarna hitam contohnya adalah *Precipitated calcium carbonate* (PCC) dan *clay*. *White filler* atau bahan pengisi *non black filler* mempunyai prospek yang cukup baik dalam industri karet, karena dasar bahan baku untuk memproduksi *carbon black* sudah sangat terbatas, selain itu kebutuhan bahan pengisi penguat barang karet semakin meningkat seiring dengan bertambahnya produksi barang – barang karet. Oleh karena itu diperlukan alternatif bahan pengisi baru yang mampu menggantikan bahan pengisi yang ada sekarang.

Bahan pengisi harus bersifat halus, seragam dan tidak terkontaminasi dengan mangan (Mn), kobalt (Co) dan tidak lembab. Adanya kontaminasi logam mempercepat kerusakan karet sedangkan kelembaban akan mengakibatkan barang karet berpori bila divulkanisasi.

Menurut Hoffman (1989), penguatan suatu bahan pengisi adalah kemampuan bahan pengisi tersebut untuk meningkatkan kekakuan kompon dan memperbaiki sifat – sifat vulkanisat karet seperti tegangan putus, ketahanan sobek, dan ketahan kikis. Demikian pula dengan nilai tegangan tarik dan kekerasan juga naik, namun perpanjangan putus dan kepegasan pantul akan turun. Selain itu Hoffman (1989), juga menyebutkan apabila bahan pengisi yang ditambahkan hanya menimbulkan sedikit peningkatan dalam visikositas kompon dan bahkan memperburuk sifat – sifat mekanik vulkanisat karet, maka bahan

pengisi tersebut bukan bahan pengisi penguat dan merupakan bahan pengisi tidak aktif. Penambahan bahan pengisi tidak aktif hanya akan menambahkan kekerasan dan kekakuan barang karet, sedangkan kekuatan dan sifat lainnya berkurang.

Menurut Abednego (1996), untuk memperoleh penguatan yang optimum, maka partikel bahan pengisi penguat harus terdispersi dengan baik dan merata dalam kompon karet.

Kebanyakan dari bahan pengisi bukan berwarna hitam adalah polar, dimana kebanyakan elastomer memiliki sifat non polar (Franta, 1989). Sifat dari bahan pengisi berwarna putih dapat ditingkatkan dengan perlakuan permukaan (*surface treatment*). Perlakuan harus meningkatkan dispersi bahan pengisi dalam elastomer dan aktivitas permukaannya untuk elastomer.

Perlakuan permukaan bahan pengisi mineral dapat dilakukan dengan modifikasi dari permukaan sisi aktif partikel bahan pengisi yang ditingkatkan dengan memberikan atom yang reaktif atau gugus yang mampu sebagai *co-vulcanized* dengan matriks karet. Dengan cara ini kekuatan ikatan karet dan bahan pengisi meningkat dan sifat mekanik dari karet yang telah diisi bahan pengisi aktif bertambah (Franta, 1989).

Diantara berbagai jenis *filler* yang ditambahkan dalam karet,  $\text{CaCO}_3$  sejauh ini yang umum digunakan sebagai *filler* SBS rubber. (Sanchez dkk, 2006)

### 2.1.2. *Precipitated Calcium Carbonate (PCC)*

*Precipitated Calcium Carbonate (PCC)* adalah senyawa kimia yang memiliki rumus kimia  $\text{CaCO}_3$ . Akan tetapi PCC memiliki struktur kristal yang berbeda dengan kalsium karbonat lain. PCC memiliki struktur kristal yang biasa disebut sebagai kalsit. Bentuk lain adalah struktur yang biasa disebut sebagai aragonit, yang lebih sedikit ditemukan.

PCC sebagaimana kalsium karbonat lain juga digunakan sebagai campuran dalam membuat bahan lain. Akan tetapi, terdapat perbedaan mengapa PCC perlu diproduksi. Pertama, dalam proses pembuatannya, terdapat proses pemurnian untuk menghilangkan pengotor dari senyawa lain yang mungkin ada pada proses pembentukan batuan. Pengotor-pengotor yang dapat dihilangkan termasuk senyawa-senyawa silika dan logam berat. Kedua, dalam proses pembuatannya, dapat dibentuk kristal-kristal yang berbeda bergantung pada waktu reaksi, tekanan, banyaknya penambahan zat asam arang, temperatur, pencampuran, dan pemrosesan pasca kristalisasi. Perbedaan bentuk kristal-clustered needles, cubes, -prism, dan rhombohedron- akan menghasilkan sifat fisik yang berbeda seperti densitas, luas permukaan, dan kemampuan absorpsi minyak. Hal ini akan memungkinkan penggunaan PCC pada pemakaian yang tidak dapat dilakukan dengan kalsium karbonat biasa. Selain itu PCC juga dapat mencapai ukuran yang sangat kecil, mencapai nanometer, jauh lebih kecil dibanding kalsium karbonat biasa hasil penggerusan batu kapur. (diazpa.wordpress.com,2009)