

CHARACTERISTICS OF RUBBER COMPOUND WITH NATURAL DYES AND FILLERS

Rahmaniar*, Amin Rejo, Gatot Priyanto, Basuni Hamzah
Program Doktor Bidang Kajian Utama Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
Jl. Padang Selasa No.524 Palembang. Sumatera Selatan.
*E-mail: rahmaniar_ee@yahoo.co.id

ABSTRACT

The objective of the research was to analyze the characteristics of rubber compound with wooden cup extract and silica fillers from quartz sand and CaCO_3 from shell that were added in the manufacture of rubber compound. The research was designed as a Factorial Completely Randomized Design with two factors as treatments, The first factor was the concentration of wooden cup extract (A) which was 3 phr, 6 phr, 9 phr, 12 phr and the second factor was the concentration ratio of silica from quartz sand and CaCO_3 from shell (P) which was 10:90 phr, 25:75 phr, 50:50 phr, 90:10 phr. The parameters included the hardness, compression set, density and after aging hardness. The best physical properties result was obtained in the concentration treatment comparison of quartz sand and shells fillers concentration was with wooden cup extraction is treatment $P_4A_3=75:25$ with 9 phr, with the following values ; hardness of 65 shore A, compression set of 50%, , density of 1,34 gram/ml and after aging hardness of 65 shore A, met the requirements of the Indonesian National Standards for rubber bearing for motor vehicle machinery SNI 06-1540-1989.

Keywords: quartz sand, rubber compound, silica, shell.

KARAKTERISTIK KOMPON KARET DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN PEWARNA DAN BAHAN PENGISI DARI BAHAN ALAMI

Rahmaniar*, Amin Rejo, Gatot Priyanto, Basuni Hamzah
Program Doktor Bidang Kajian Utama Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
Jl. Padang Selasa No.524 Palembang. Sumatera Selatan.
*E-mail: rahmaniar_eeen@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian menganalisis karakteristik kompon karet dengan ekstrak kayu secang bahan pengisi silika dari pasir kuarsa dan CaCO_3 dari kulit kerang yang ditambahkan dalam pembuatan kompon karet. Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF), dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi ekstrak kayu secang (A) yaitu 3 phr, 6 phr, 9 phr, 12 phr dan faktor kedua adalah perbandingan konsentrasi silika dari pasir kuarsa dan CaCO_3 dari kulit kerang (P) yaitu 10:90 phr, 25:75 phr, 50:50 phr, 75:25 phr, 90:10 phr. Parameter yang diuji kekerasan, pampatan tetap, masa jenis dan ketahanan usang. Nilai kekerasan berkisar antara 46-68 Shore A, nilai pampatan tetap berkisar antara 40-67 %, nilai masa jenis berkisar antara 1,07-1,35 gr/ml dan nilai ketahanan usang untuk kekerasan berkisar antara 44-68 shore A. Perlakuan yang terbaik terdapat pada perlakuan konsentrasi perbandingan bahan pengisi pasir kuarsa dan kulit kerang dengan ekstraksi secang yaitu perlakuan $P_4A_3=75:25$ dengan ekstrak secang 9 phr dengan nilai parameter uji kekerasan 65 Shore A, pampatan tetap 50%, masa jenis 1,34 gr/ml dan ketahanan usang untuk kekerasan 65 shore A, yang memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia untuk kompon karet bantalan mesin kendaraan bermotor SNI 06-1540-1989.

Kata kunci : pasir kuarsa, kompon karet, silika, kulit kerang.

PENDAHULUAN

Perkebunan karet di Indonesia didominasi oleh perkebunan karet rakyat. Pada tahun 2011, perkebunan karet rakyat telah meliputi areal seluas 2,9 juta hektar atau sekitar 85% dari total areal karet nasional, dengan produksi sekitar 80% dari total produksi karet alam nasional. (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2011). Sebagian besar areal perkebunan karet Indonesia terletak di Sumatera (70 %) , Kalimantan (24 %) dan Jawa (4 %). (Damanik, S. 2012).

Prediksi IRSG (*International Rubber study Group*) yang menyebutkan bahwa sampai dengan tahun 2025 tingkat konsumsi karet alam dunia akan melebihi suplainya, telah berdampak pada meningkatnya minat pengusaha yang akan berinvestasi dalam usaha agribisnis karet (Damarjati dan Jacob, 2009).

Karet alam merupakan polimer isoprene (C_5H_8) yang mempunyai bobot molekul biasanya lebih dari 1.000.000, memiliki sifat umum warna agak kecoklat – coklatan, dengan berat jenis 0,91 – 0,93. Struktur dasar karet alam adalah cis-1,4 poliisoprene yang disintesis secara alami melalui polimerisasi enzimatis isopentilpirofosfat, dimana isoprene merupakan produk degradasi utama senyawa karet. (Daik, 2007 ; Masyrukan, 2013 ; Rahman, 2005).

Sifat –sifat dasar karet dimana elastisitas atau sifat memegas, artinya jika diregang atau ditekan suatu material akan kembali ke bentuk dan ukuran semula. Sifat ini hampir menjadi pengertian umum bahwa material yang elastis adalah karet. Logam memiliki elastisitas yang rendah, paling tinggi sekitar 0,2%, namun karet memiliki elastisitas sampai beberapa ratus persen (Maspanger, 2005).

Kompon karet merupakan campuran karet alam dengan bahan-bahan kimia. Komposisi kompon karet berbeda-beda tergantung pada tujuan pembuatan barang jadinya. Tahapan proses pembuatan kompon karet meliputi pencampuran, pembentukan kemudian vulkanisasi. (Rihayat, 2007). Barang jadi karet pada umumnya terbuat dari kompon karet yang divulkanisasi. Vulkanisasi adalah proses pembentukan ikatan silang kimia dari rantai molekul yang berdiri sendiri, yang dapat meningkatkan elastisitas dan menurunkan plastisitas (Suparto, 2003; Kumar dan Nijasure, 2007).

Produksi minyak bumi di Indonesia pada tahun 1970 hingga 1990 cukup potensial, setelah periode tersebut produksi minyak bumi mengalami penurunan 5-15

%. Cadangan minyak bumi hanya dapat diproduksi selama jangka waktu 20 tahun kedepan. (Laporan Kegiatan BPMIGS, 2004). Oleh karena itu perlu adanya alternatif yang lain untuk proses pembuatan kompon karet berbahan alami dan bukan turunan dari minyak bumi.

Kayu secang (*Caesalpinia Sappan L*) menghasilkan pigmen berwarna merah bernama brazilein, Pigmen ini memiliki warna merah tajam dan cerah pada pH netral (pH 6-7) dan bergeser kearah merah keunguan dengan semakin meningkatnya pH. Pada pH rendah (pH 2-5) brazilein memiliki warna kuning (Adawiyah dan Indriyati, 2003). Pewarna merah dari serbuk secang dapat diperoleh melalui proses ekstraksi, kayu secang termasuk kedalam genus *Caesalpinia*, antara lain *brazilwood*, *peachwood*, *Sappanwood*, *Limawood* dan *pernambucowood* sehingga menghasilkan pigmen bernama *brazilien*. Kayu secang mengandung komponen yang memiliki aktivitas antioksidan dan antimikroba (Sundari et al., 1998). Kayu secang mengandung pigmen, tanin, brazilin, asam tanat, resin, resorsin, brazielin, sappanin, dan asam galat (Lemmens dan Soetjipto, 1992).

Hadi S, (2010). Bahan pengisi dari pasir kuarsa merupakan bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2). Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan feldspar. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang terendapkan ditepi-tepi sungai, danau atau laut. Komposisi yang paling banyak terdapat pada pasir kuarsa adalah Silika Dioksida (SiO_2) sebanyak 99,08 %. Oleh sebab itu, pasir kuarsa sering disebut dengan Silika Dioksida (SiO_2). Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , dan K_2O . Bahan pengisi limbah kulit kerang menurut Maryam, (2006) komposisi serbuk kulit kerang mengandung unsur CaO sekitar 66,7%, SiO_2 7,88%, Fe_2O_3 , 0,03%, MgO 22,28% dan Al_2O_3 1,25%, serbuk cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) mengandung CaCO_3 98,7%.

Pemanfaatan bahan alami dapat dijadikan sebagai bahan tambahan pada industri, yang digunakan sebagai bahan dalam pembuatan kompon karet. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis karakteristik dan mendapatkan suatu formulasi dengan menambahkan bahan pengisi alami dalam pembuatan kompon karet yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu secang pasir kuarsa, karet RSS, EPDM. Bahan kimia yang digunakan methanol, HCl 2 M, HCl 6 M, NaOH 3M, Bahan-bahan kimia untuk pembuatan kompon karet antara lain Polysar, paraffinic oil, ZnO, SA, Coumarone Resin, CBS, MBTS, BHT, Sulfur, Titanium dan bahan kimia untuk analisa kompon karet.

Peralatan yang digunakan serangkaian peralatan untuk ekstraksi, CaCO_3 dari kulit kerang, antara lain: *Furnace*, kertas saring, corong kaca, gelas kimia, pisau, blender, ayakan 100 mesh, 400 mesh dan serangkaian peralatan untuk ekstraksi silika. Alat-alat ini terdapat di Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang. Alat yang digunakan untuk pembuatan kompon karet antara lain: timbangan (Metler P1210), *open mill* L 40 cm D18 cm kapasitas 1 kg, *cutting scraft* besar, alat press, cetakan *sheet*, *autoclave* dan gunting. Alat-alat ini terdapat di Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang. Alat yang digunakan untuk analisa karakteristik kompon karet, antara lain: *Rheometer*, *Hardness Tester*, *Tensometer*, *DIN Abrader*, Oven dan timbangan. Alat-alat ini terdapat di Laboratorium PT. Inkaba Bandung.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam 2 (dua) tahap, yaitu pembuatan kompon karet dan pengujian sifat fisik kompon karet.

Pembuatan kompon karet (Thomas, 2005).

Pembuatan kompon karet dilakukan dengan mencampur bahan-bahan kimia penyusun karet dengan karet alam dan sintetis.

Tahapan proses pembuatan kompon karet

a. Penimbangan

Bahan yang diperlukan untuk masing-masing formulasi kompon ditimbang sesuai perlakuan. Jumlah dari setiap bahan di dalam formulasi kompon dinyatakan dalam PHR (berat per seratus karet).

b. *Mixing* (pencampuran)

Proses pencampuran dilakukan dalam gilingan terbuka (*open mill*), yang telah dibersihkan. Selanjutnya dilakukan proses Natural rubber di mastikasi selama 3 menit, dilanjutkan mastikasi EPDM selama 3 menit.

c. Setelah proses mastikasi, dilakukan proses sebagai berikut :

- 1) Pencampuran polimer dengan bahan kimia (pembuatan kompon karet/vulkanisasi)
- 2) Bahan penggiat/activator, ZnO dan asam stearat ditambahkan, dipotong setiap sisi satu sampai tiga kali selama 3 menit.
- 3) Sebagian filler (pengisi) kulit kerang, pasir kuarsa dan pelunak (softener) minarex oil ditambahkan, setiap sisi dipotong sampai dua atau tiga kali selama 8 menit.
- 4) Sisa filler ditambahkan dan dipotong setiap sisi dua atau tiga kali selama 8 menit.
- 5) Accelerator CBS ditambahkan, setiap sisi dipotong dua atau tiga kali selama 33 menit.
- 6) Ekstrak kayu secang ditambahkan (sesuai rancangan percobaan), dipotong setiap sisi sampai 3 kali selama 3 menit.
- 7) Vulkanisator (sulfur) ditambahkan dan giling selama 3 menit.
- 8) Kompon dikeluarkan dari *open mill* dan ditentukan ukuran ketebalan 5 cm lembaran kompon dengan menyetel jarak roll pada cetakan sheet, dikeluarkan dan diletakkan diatas plastik transparan dan kompon dipotong disesuaikan dengan barang jadi yang akan dibuat.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF), dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi ekstrak kayu secang dan faktor kedua adalah konsentrasi silika dari pasir kuarsa dan CaCO_3 dari kulit kerang. Faktor perlakuan adalah sebagai berikut.

Faktor pertama konsentrasi ekstrak kayu secang (A) :

$$A_1 = 3 \text{ phr}$$

$$A_2 = 6 \text{ phr}$$

$$A_3 = 9 \text{ phr}$$

$$A_4 = 12 \text{ phr}$$

Perlakuan konsentrasi pasir kuarsa : kulit kerang (P) :

P_1 = Pasir kuarsa : Kulit kerang (10 : 90)

P_2 = Pasir kuarsa : Kulit kerang (25 : 75)

P_3 = Pasir kuarsa : Kulit kerang (50 : 50)

P_4 = Pasir kuarsa : Kulit kerang (75 : 25)

P_5 = Pasir kuarsa : Kulit kerang (90:10)

Pengujian sifat fisik kompon karet

Parameter yang dilakukan untuk pengujian karakteristik fisik kompon karet meliputi kekerasan Shore A (ASTM D 2240-1997), nilai pampatan tetap % (ASTM D395), nilai masa jenis (ISO D 2781, ASTM D 3574-1997) dan nilai ketahanan usang (ISO 188-1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

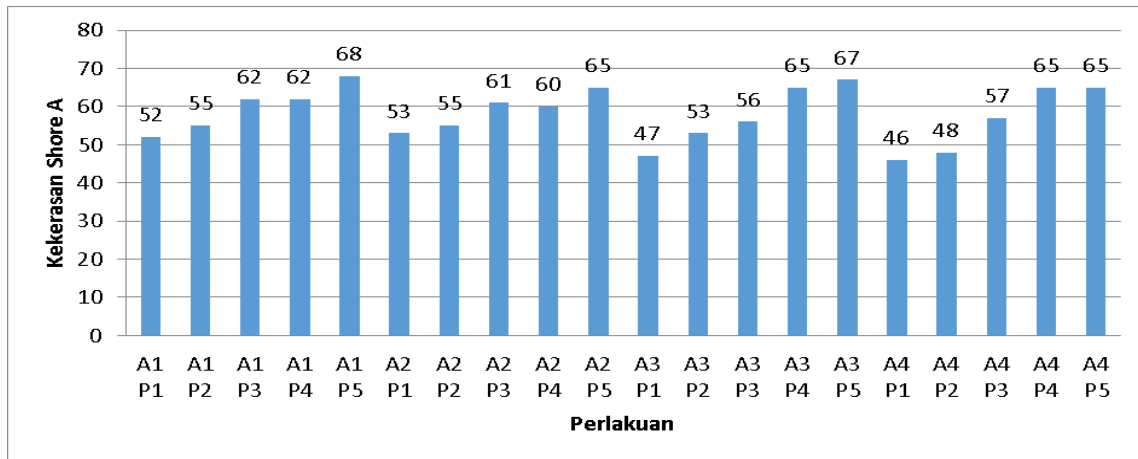
1. Kekerasan (Shore A), (ASTM D 2240-1997)

Kekerasan kompon karet merupakan besarnya pergerakan jarum skala penunjuk ukuran, akibat besarnya tekanan balik dari vulkanisat karet terhadap jarum penekanan yang melalui suatu mekanisme alat dihubungkan dengan pegas yang akan menggerakkan jarum penunjuk ukuran kekerasan (Maspanger, 2005).

Hasil pengujian kekerasan kompon karet terendah diperoleh pada perlakuan A_4P_1 (konsentrasi ekstrak kayu secang 12 phr dan perbandingan konsentrasi silika dari pasir kuarsa dengan $CaCO_3$ dari kulit kerang yaitu 10:90 phr) yaitu 46 Shore A dan hasil pengujian kompon karet tertinggi diperoleh pada perlakuan A_3P_5 (konsentrasi ekstrak kayu secang 9 phr dan perbandingan konsentrasi silika dari pasir kuarsa dengan $CaCO_3$ dari kulit kerang yaitu 90:10 phr), yaitu sebesar 68 Shore A. Hasil pengujian kekerasan kompon karet terdapat pada Gambar 1.

Dari ke 20 perlakuan, seluruh perlakuan memenuhi syarat mutu karet bantalan mesin kendaraan bermototr SNI 06-1540-1989, kecuali perlakuan A_1P_1 , A_2P_1 , A_3P_1 , A_3P_2 , A_4P_1 dan A_4P_2 dimana syarat minimal kekerasan 55 shore A. Nilai kekerasan yang baik diperoleh pada perlakuan A_3P_4 yaitu 65 shore A. Semakin besar konsentrasi campuran pasir kuarsa dan semakin kecil konsentrasi kulit kerang yang digunakan maka semakin besar nilai kekerasan kompon karet, dengan kata

lain kompon karet akan semakin kuat dan elastis. Hal ini dikarenakan dari hasil penelitian didapat pasir kuarsa yaitu SiO_2 : 97,13%, K : 0,0225%, Ca : 0,0487%, Cr : 0,0478%, Fe : 0,1640, Ni : 0,0023% dan Cu : 0,00062%.



Gambar 1. Hasil Uji Kekerasan Kompon Karet (*Shore A*)

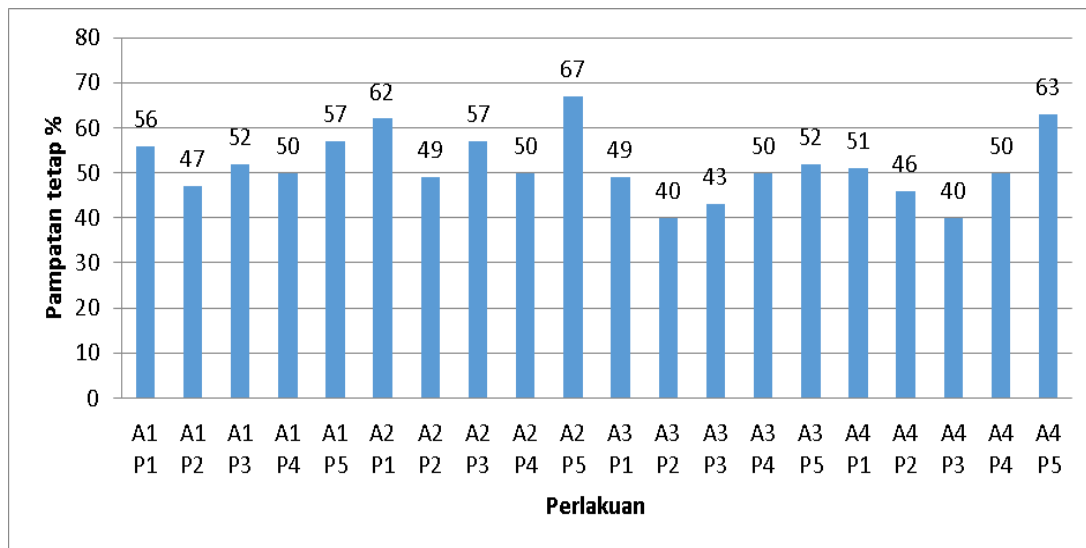
Pasir kuarsa memiliki senyawa terbesar yaitu SiO_2 yang merupakan bahan pengisi penguat (*reinforcing*) yang dapat memperbesar volume karet dan memperkuat vulkanisat (Boonstra, 2005). Bahan pengisi dipengaruhi oleh ukuran partikel, keadaan permukaan dan kerataan penyebaran yang digunakan. Kekerasan kompon karet dipengaruhi jumlah optimum dari bahan pengisi penguat yang digunakan (Franta, 1989).

2. Pampatan tetap % (ASTM D395.)

Pampatan tetap (Compression set) untuk menentukan perubahan ketebalan, sifat elastis dari vulkanisat setelah ditekan pada waktu dan kondisi tertentu. Uji ini dilakukan terutama untuk barang-barang karet yang dalam pemakaiannya mengalami tekanan (Bhuana, K.S dan Thomas, J (1994).

Pampatan tetap yang diukur pada suhu 70°C selama 22 jam untuk bantalan mesin kendaraan bermotor. Hasil pengujian pampatan tetap kompon karet terendah diperoleh pada perlakuan A_3P_2 dan A_4P_3 (konsentrasi ekstrak kayu secang 9 dan 12 phr dan perbandingan konsentrasi silika dari pasir kuarsa dengan CaCO_3 dari kulit kerang yaitu 25:75 phr dan 50:50) yaitu 40% dan hasil pengujian kompon karet tertinggi diperoleh pada perlakuan A_2P_5 (konsentrasi ekstrak kayu secang 6 phr dan perbandingan konsentrasi silika dari pasir kuarsa dengan CaCO_3 dari kulit kerang

yaitu 90:10 phr), yaitu sebesar 67%. Hasil pengujian pampatan tetap kompon karet terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil uji Pampatan tetap Kompon Karet (%)

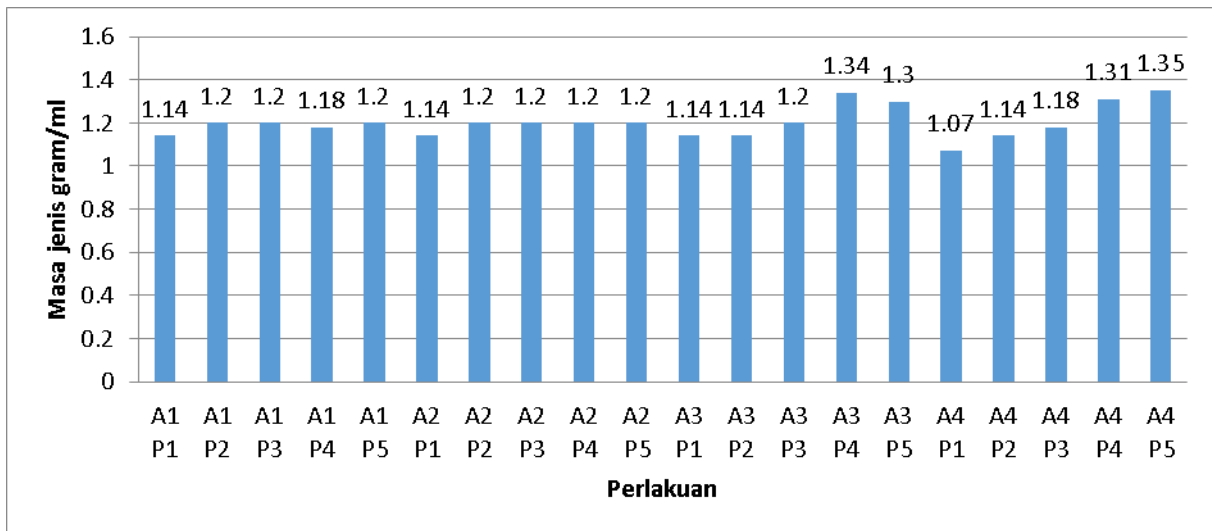
Dari seluruh perlakuan memenuhi syarat mutu karet bantalan mesin kendaraan bermototr SNI 06-1540-1989, dimana syarat minimal pampatan tetap 10%. Semakin besar konsentrasi campuran pasir kuarsa dan semakin kecil konsentrasi kulit kerang yang digunakan maka semakin besar nilai pampatan tetap kompon karet, hal ini dikarenakan SiO_2 mempunyai ketahanan terhadap oksidasi yang tinggi, mempercepat proses oksidasi dan degradasi pada vulkanisat karet. Selain itu ukuran partikel, SiO_2 yang berfungsi sebagai bahan pengisi pada kompon karet. dapat mempertahankan sifat elastisitas setelah pengusangan. Bahan pengisi aktif mampu menambah sifat fisik kompon karet yang dihasilkan. Derajat keefektifan berhubungan dengan besarnya ukuran partikel partikel semakin kecil ukuran bahan pengisi dari pasir kuarsa semakin baik hasil sifat fisiknya (Rubber Stichiting , 2006)

3. Massa jenis gram /ml

Penentuan maasa jenis dilakukan untuk mengetahui mutu dari kompon karet dan perhitungan jumlah karet yang dibutuhkan untuk volume tertentu. Nilai maasa jenis karet kompon semakin kecil menunjukkan bahwa proses pematangan karet kompon semakin cepat keras. Pengujian masa jenis digunakan untuk mengontrol berat kompon karet yang akan digunakan untuk membuat vulkanisat karet dengan

hitungan volume. Massa jenis akan turun bila permukaan dalam (*internal surface*) bahan lebih besar. Massa jenis merupakan salah satu sifat fisika barang jadi karet.

Masa jenis (*density*) dilakukan untuk mengetahui mutu dari kompon karet dan perhitungan jumlah karet yang dibutuhkan untuk volume tertentu selain itu juga digunakan untuk membuat vulkanisat karet dengan hitungan volume. Hasil pengujian masa jenis kompon karet terendah diperoleh pada perlakuan A₄P₁ (konsentrasi ekstrak kayu secang 12 phr dan perbandingan konsentrasi silika dari pasir kuarsa dengan CaCO₃ dari kulit kerang yaitu 10:90 phr) yaitu 1,07 gram/ml dan hasil pengujian kompon karet tertinggi diperoleh pada perlakuan A₄P₅ (konsentrasi ekstrak kayu secang 12 phr dan perbandingan konsentrasi silika dari pasir kuarsa dengan CaCO₃ dari kulit kerang yaitu 90:10 phr), yaitu sebesar 1,35 gram/ml. Hasil pengujian masa jenis kompon karet terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil uji Massa Jenis Kompon Karet (gr/ml)

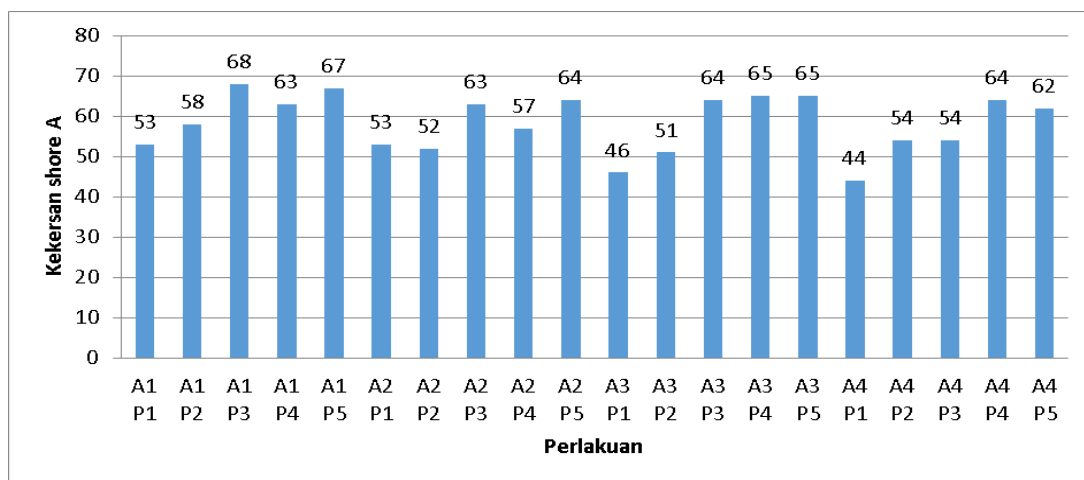
Hasil analisis terhadap masa jenis dari masing- masing perlakuan dengan campuran bahan pengisi yaitu pasir kuarsa dan kulit kerang memberikan pengaruh yang nyata terhadap masa jenis kompon karet. Perbedaan masa jenis dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi bahan pengisi yang digunakan yaitu SiO₂ dari pasir kuarsa dan CaCO₃ dari kulit kerang. Semakin besar bahan pengisi dari pasir kuarsa yang digunakan semakin naik nilai masa jenis hal ini dikarenakan SiO₂ dari pasir kuarsa merupakan bahan pengisi aktif, sehingga sangat mempengaruhi proses dari vulkanisasi. Kompon karet setelah mengalami vulkanisasi menggunakan

bahan pemvulkanisasi akan membentuk jaringan tiga dimensi pada struktur molekul karet sehingga karet berubah sifat dari termoplastik menjadi elastis.(Mark *et al.*, 2005).

4. Ketahanan usang, Kekerasan Shore A.

Pengusangan mengakibatkan turunya sifat fisik mekanik seperti kekerasan selama masa penggunaan. Penurunan sifat disebabkan terjadinya degradasi karet karena oksidasi oleh oksigen dan ozon dan bersentuhan dengan minyak, panas, ditekan pada gaya tertentu (Chandra dan Rustgi, 1997).

Hasil pengujian kekerasan kompon karet terendah diperoleh pada perlakuan A_4P_1 (konsentrasi ekstrak kayu secang 12 phr dan perbandingan konsentrasi silika dari pasir kuarsa dengan $CaCO_3$ dari kulit kerang yaitu 10:90 phr) yaitu 44 Shore A dan hasil pengujian kompon karet tertinggi diperoleh pada perlakuan A_1P_3 (konsentrasi ekstrak kayu secang 3 phr dan perbandingan konsentrasi silika dari pasir kuarsa dengan $CaCO_3$ dari kulit kerang yaitu 50:50 phr), yaitu sebesar 68 Shore A. Pengusangan mengakibatkan adanya perubahan nilai sebelum dan sesudah pengusangan. Pada waktu pemanasan akan terjadi reaksi ikatan silang gugus aldehida dan reaksi oksidasi yang memutuskan rantai molekul karet (Refrizon, 2003). Hasil pengujian kekerasan kompon karet terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Uji Kekerasan Kompon Karet setelah Pengusangan (shore A)

Nilai kekerasan setelah pengusangan yang baik diperoleh pada perlakuan A_3P_4 yaitu 65 shore A, hal ini dikarenakan pengusangan akan memutuskan beberapa

ikatan polimer yang ada, sehingga mengakibatkan karet menjadi kaku dan kuat sehingga nilai sifat fisik barang jadi karet tetap setelah pengusangan (Nieuwenhuizen, 1997).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

Nilai kekerasan berkisar antara 46-68 Shore A, nilai pampatan tetap berkisar antara 40-67 %, nilai masa jenis berkisar antara 1,07-1,35 gr/ml dan nilai ketahanan usang untuk kekerasan berkisar antara 44-68 shore A. Perlakuan yang terbaik terdapat pada perlakuan konsentrasi perbandingan bahan pengisi pasir kuarsa dan kulit kerang dengan ekstraksi secang yaitu perlakuan $P_4A_3=75:25$ dengan ekstrak secang 9 phr dengan nilai parameter uji kekerasan 65 Shore A, pampatan tetap 50%, masa jenis 1,34 gr/ml dan ketahanan usang untuk kekerasan 65 shore A, yang memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia untuk kompon karet bantalan mesin kendaraan bermotor SNI 06-1540-1989.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah DR dan Indriati. 2003. Color stability of natural pigment from secang woods (*Caesalpinia Sappan* l). Proceeding of the 8 th asean Food Conference, Hanoi 8-11 October 2003.
- Boonstra BB. 2005. Reinforcement by filler. *J. Rubber Age*. 92 (6): 227-235.
- Chandra, R dan Rustgi, R, 1997. Polymer Degradation and Stability, 56, 185.
- Daik, R, Shahinas Bidol and Ibrahim Abdullah, 2007. Effect of Molecular weight on the droplet size and Rheological Properties of Liquid natural Rubber Emulsion. *Malaysian Polymer Journal (MPJ)* Vol 2, no 1 p 29-38.
- Damardjati, D.S and J. Jacob , 2009. Present trends and outlook for global supply of natural rubber, Dalam A. D. Sagala, N. Siagian, Istianto dan A. Rachmawan (eds). *Prosiding Lokakarya Nasional Pemuliaan Tanaman Karet 2009*. Batam.
- Direktorat Jenderal perkebunan, 2011. Statistik perkebunan Indonesia. Karet 2010-2012. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta

- Franta, I. 1989. *Elastomers and Rubber Compounding Materials. Manufacture. Properties and Application.* Elviver, Amsterdam Oxford, New York.
- Kumar, Ch S S R and Nijasure M A. 2007. *Vulcanization of Rubber.* RESONANCE April 1997, page 55 – 59.
- Lemmens, R.H. 1992. *Dye and Tannin Producing Plants*”. *Plants Resources of East Asia.*, Pudoc DLO, Wageningen Nederland.
- Mark, J.E., B. Erman and F.R. Eirich. 2005. *Science and technology of rubber* 3rd edition, Elsevier Academic Press., United States of America, p : 321-366.
- Maspanger, D.R. 2005. *Sifat Fisik Karet. Teknologi Barang Jadi Karet Padat.* Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor. Bogor.
- Masyrukan, m. Alfian Nurul Azmi. 2013. *Perbandingan kualitas Rubber Bushing produk Pasaran dengan buatan sendiri.* Media mesin Vol 14 No 2 Juli 59-67 ISSN 1411-4348.
- Nieuwenhuizen, J. Reedijk, M. 1997. *Thiuram and Dithiocarbamate Accelerated Sulfur Vulcanization from the chemist’s Perspective, Methods, Materials and Mechanisms Reviewed.* Rubber Chem. Technol 70 (3) : 368-429.
- Rahman N. 2005. *Pengetahuan dasar elastomer.* Teknologi Barang Jadi Karet padat. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Refrizon. 2003. *Viskositas mooney karet alam.* Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Rihayat. 2007. *Sintesa dan karakteristik sifat mekanik karet nanokomposit.* *J. Rekayasa Kimia dan Lingkungan.* 6(1) : 1 - 6.
- SNI 06-1540-1989. *Karet bantalan Mesin Kendaraan bermotor.* BSN. Jakarta.
- Sundari D., W. Lucia dan M.W.. Winarno. 1998 . *Informasi khasiat, keamanan dan fitokimia tanaman secang (Caesalpinia sappan L).* Warta Tumbuhan Obat Indonesia Vol. 4 No 3.
- Stching , 2006. *Rheology of Raw Rubber in Natural Rubber Science and Technology.* Oxford. New York.
- Sabarman Damani, k (2012). *Pengembangan karet (Hevea brasiliensis) Berkelanjutan di Indonesia.* Perspektif vol 11 no 1/juni 2012 hlm 91-102 ISSN 1412-8004.

- Surahmat Hadi, Munasir, Triwikantoro. 2010. Sintesis Silika Berbabispasir Alam Bancar Menggunakan Metode Kopesipitasi. Program Studi Magister Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya Indonesia. Program Studi Doktorat Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya Indonesia. Dosen Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya Indonesia.
- Suparto, D. 2003. Kimia dan Teknologi Vulkanisat. Teknologi Barang Jadi Karet Padat. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor. Bogor
- Thomas, 2003. Disain Kompon. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.