

## KARAKTERISASI KOMPON KARET DENGAN MENGGUNAKAN EKSTRAK KAYU SECANG, PASIR KUARSA DAN KULIT KERANG

### CHARACTERIZATION OF THE RUBBER COMPOUND WITH EXTRACT OF CAESALPINIA SAPPAN WOOD, QUARTZ SAND AND SHELL USING

Rahmaniar<sup>1)\*</sup>, Amin Rejo<sup>2)</sup>, Gatot Priyanto<sup>2)</sup>, Basuni Hamzah<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Balai Riset Standardisasi Industri Palembang, Jl. Perindustrian II No 12 Km 9 Palembang 30152  
E-mail: rahmaniar\_eeen@yahoo.co.id

<sup>2)</sup>Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya  
Jl. Padang Selasa No.524. Palembang. Sumatera Selatan.

Makalah: Diterima 3 Maret 2014; Diperbaiki 16 Maret 2015; Disetujui 27 Maret 2015

#### ABSTRACT

The objective of the research were to analyze the characteristics and get the formula of rubber compound that was added with extract of *Caesalpinia sappan* wood and fillers of silica quartz sand and  $\text{CaCO}_3$  from shell. Factorial completely randomized design (RALF) with two factors was used. The first factor was the concentration of extract of *caesalpinia sappan* wood ( $\alpha$ ) which was 3 phr, 6 phr, 9 phr, 12 phr and the second factor was the concentration ratio of silica from quartz sand and  $\text{CaCO}_3$  from shell ( $\beta$ ) which was 10:90 phr, 25:75 phr, 50:50 phr, 90:10 phr. Parameters tested were tensile strength, elongation at break, after aging tensile strength, after aging elongation at break and color change. The results showed that treatment of extract of *Caesalpinia sappan* wood concentration, a mixture of quartz sand with shells and their interaction significantly affected to the tensile strength, elongation at break, after aging tensile strength and after aging elongation at break of rubber compound resulted. The best treatments met the requirements of rubber compound in accordance with for SNI were  $\alpha_3\beta_4$  treatment (9 phr of extract of *caesalpinia sappan* wood concentration and 75:25 phr mixture of quartz sand with shell) with rubber compound characteristics for these parameters, tensile strength of 30 N/mm<sup>2</sup>, elongation at break of 496%, after aging tensile strength of 27 N/mm<sup>2</sup> and after aging elongation at break of 457% and the total change of color difference of 19.9.

Keywords: extract of *caesalpinia sappan* wood, quartz sand, rubber compound, silica, shell

#### ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah mengetahui karakteristik dan mendapatkan formulasi kompon karet yang menggunakan bahan pewarna dari ekstrak kayu secang, bahan pengisi silika pasir kuarsa dan  $\text{CaCO}_3$  kulit kerang yang ditambahkan dalam pembuatan kompon karet. Rancangan Acak Lengkap yang disusun secara faktorial (RALF) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi ekstrak kayu secang ( $\alpha$ ) yaitu 3 phr, 6 phr, 9 phr, 12 phr dan faktor kedua adalah perbandingan konsentrasi silika dari pasir kuarsa dan  $\text{CaCO}_3$  dari kulit kerang ( $\beta$ ) yaitu 10:90 phr, 25:75 phr, 50:50 phr, 75:25 phr, 90:10 phr. Parameter yang diuji meliputi tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan usang dan perubahan warna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi ekstrak kayu secang, campuran pasir kuarsa dengan kulit kerang dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap tegangan putus, perpanjangan putus dan ketahanan usang kompon karet yang dihasilkan. Perlakuan terbaik yang memenuhi persyaratan beberapa kompon karet sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah perlakuan  $\alpha_3\beta_4$  (konsentrasi ekstraksi secang 9 phr dan campuran silika pasir kuarsa dengan  $\text{CaCO}_3$  kulit kerang 75:25 phr) dengan karakteristik kompon karet untuk parameter tegangan putus 30 N/mm<sup>2</sup>, perpanjangan putus 496%, ketahanan usang untuk parameter tegangan putus 27 N/mm<sup>2</sup>, ketahanan usang untuk parameter perpanjangan putus 457% dan perubahan total perbedaan warna ( $\Delta E$ ): 19,9.

Kata kunci: ekstrak kayu secang, pasir kuarsa, kompon karet, silika, kulit kerang

#### PENDAHULUAN

Karet merupakan polimer isoprene ( $\text{C}_5\text{H}_8$ ) yang mempunyai bobot molekul lebih dari 1.000.000, memiliki sifat umum warna agak kecoklat-keklatan, dengan berat jenis 0,91 – 0,93. Struktur dasar karet alam adalah cis-1,4 poliisoprene yang disintesis secara alami melalui polimerisasi enzimatik isopentilpirofosfat, dimana isoprene

merupakan produk degradasi utama senyawa karet. (Daik *et al.*, 2007; Masyrukan dan Alfian, 2013; Rahman, 2005), karet mempunyai komposisi kimia yang berbeda dan memungkinkan untuk diubah menjadi barang jadi karet yang bersifat elastis. Namun, bahan-bahan itu berbeda sifat fisika misalnya, kekuatan tensil, daya ulur maksimum, daya lentur dan terutama pada proses pengolahan serta keunggulannya sebagai barang jadi.

Karet alam mengandung beberapa senyawa antara lain hidrokarbon, protein, glikolipid, karbohidrat, garam organik, mineral, enzim, fosfolipid dan berbagai bahan lain (Yuniari *et al.*, 2001; Kusuma, 2011). Prospek karet alam kedepan tetap baik hal ini dikarenakan suplai pasar karet alam dunia masih terbuka dikarenakan adanya tren konsumsi yang terus meningkat (Boerhendhy, 2013).

Kualitas barang jadi karet sangat ditentukan oleh bahan baku dan bahan-bahan tambahan yang digunakan serta teknologi cara pembuatan kompon karet. Kompon karet merupakan campuran antara karet alam dengan bahan-bahan kimia yang ditentukan komposisinya dan pencampurannya dilakukan dengan cara penggilingan pada suhu  $70^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

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 (Kumar dan Nijasure, 2007).

Barang jadi karet yang dihasilkan agar layak digunakan terlebih dahulu karet alam dan karet sintesis dicampur dengan bahan kimia misalnya bahan pengisi, bahan pelunak, bahan penggiat, anti oksidan, bahan pencepat, bahan pewarna dan bahan kimia lainnya. Dalam penelitian ini menggunakan karet alam yaitu *Rubber Smoke Sheet* (RSS) dan karet sintesis yaitu Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM).

Bahan pewarna dan bahan pengisi yang terbuat dari bahan sintesis merupakan bahan yang tidak dapat diperbaharui. Pemakaian minyak bumi secara terus-menerus menyebabkan penipisan cadangan minyak bumi. Tahun 2014 Indonesia sudah menjadi negara pengimpor minyak netto (net oil importer) karena kemampuan produksi dalam negeri tidak dapat mengimbangi pertumbuhan konsumsi (Firdaus *et al.*, 2013). Bahan yang berasal dari bahan sintetik mempunyai kelemahan, antara lain tidak ramah lingkungan, menyebabkan iritasi, korosif dan bersifat karsinogenik. Oleh karena itu perlu adanya alternatif penggunaan bahan pewarna dan bahan pengisi yang berasal dari bahan nabati dimana Indonesia kaya akan sumber daya alam.

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*, kayu secang mengandung komponen yang memiliki aktivitas antioksidan dan antimikroba. Kayu secang mengandung pigmen, tanin, brazilin, asam tanat, resin, resorsin, brazielin, sappanin, dan asam galat (Lemmens, 1992). Brazilin dengan berat molekul 286 telah diisolasi sebagai komponen zat warna utama dari ekstrak, namun komponen ini mudah teroksidasi oleh udara dan cahaya untuk menghasilkan brazilein dengan berat molekul 284 melalui spektrum inframerah dan massa (Lioe *et al.*, 2012; Rosenberg, 2008). Ekstrak secang juga diteliti sebagai anti inflamasi (Ye *et al.*, 2006; Shen *et al.*, 2007), anti oksidan (Hu *et al.*, 2008), anti mikroba (Lim *et al.*, 2007), pewarna secang digunakan dalam lukisan bersejarah (Karapanagiotis *et al.*, 2005) dan tekstil bersejarah (Karapanagiotis *et al.*, 2008).

Menurut Hadi *et al.* (2011), bahan pengisi dari pasir kuarsa merupakan bahan galian yang mengandung kristal-kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ). Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan feldspar. Komposisi yang paling banyak terdapat pada pasir kuarsa adalah silika dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) sebanyak 99,08%. Oleh sebab itu, pasir kuarsa sering disebut dengan Silika Dioksida ( $\text{SiO}_2$ ). Menurut Maryam (2006), komposisi serbuk kulit kerang mengandung unsur CaO sekitar 66,7%,  $\text{SiO}_2$  7,88%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0,03%, MgO 22,28% dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1,25%, serbuk cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) mengandung  $\text{CaCO}_3$  98,7%. Pemanfaatan bahan alami dapat dijadikan sebagai bahan tambahan pada industri, yang digunakan sebagai bahan dalam pembuatan kompon karet. Kerang andara mengandung daging sekitar 30% dari berat keseluruhan yang mengandung mineral-mineral kalsium, fosfat, besi, yodium dan tembaga, kerang ini menghasilkan limbah padat yang cukup tinggi, sedangkan kulit kerang merupakan salah satu batuan *calcareous* yang mengandung kadar CaO yang tinggi ( Surest *et al.*, 2012), sehingga perlu adanya upaya untuk menanganinya agar bermanfaat dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Penelitian ini hanya membahas sifat fisika kompon karet dengan menggunakan bahan alami, sedangkan perubahan karakteristik kompon karet setelah pengusangan dan umur usang kompon karet belum dilakukan. Penelitian ini diharapkan untuk meningkatkan kegiatan pengkajian dan penerapan teknologi industri sesuai dengan sarana iptek yang tersedia. Salah satu yang potensial adalah rekayasa material kuarsa menjadi filler kompon karet alam untuk barang jadi karet. Disamping itu penggunaan karet sintesis sebagai tambahan dari karet alam yang digunakan mengakibatkan sifat fisika kompon karet yang tinggi (Supratiningsih, 2005). Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik kompon karet yang menggunakan bahan pewarna

dari ekstrak kayu secang dan bahan pengisi silika pasir kuarsa dan  $\text{CaCO}_3$  kulit kerang yang ditambahkan dalam pembuatan kompon karet. Mendapatkan formulasi kompon karet dengan pewarna ekstrak kayu secang dan bahan pengisi dari pasir kuarsa dan kulit kerang dalam pembuatan kompon karet, yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah karet alam RSS dan karet sintesis Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM). Bahan penunjang dan bahan kimia yang digunakan ekstrak kayu secang, silika dari pasir kuarsa dengan ukuran 400 mesh,  $\text{CaCO}_3$  dari kulit kerang dengan ukuran 400 mesh, methanol, HCl 2 M, HCl 6 M, NaOH 3M, Bahan-bahan untuk pembuatan kompon karet antara lain *Polysar*, *paraffin oil*, ZnO, Asam Stearat, *Coumarone Resin*, *N-Cyclohexyl-2-benzothiazylsulfenamide* (CBS), Dibenzothiazyl disulfide (MBTS), BHT, Sulfur, Titanium dan bahan kimia untuk analisa kompon karet.

Peralatan yang digunakan yaitu peralatan untuk ekstraksi kayu secang,  $\text{CaCO}_3$  dari kulit kerang dan peralatan silika dari pasir kuarsa, antara lain : *Furnace*, kertas saring, corong kaca, gelas kimia, pisau, *blender*, ayakan *sieve shaker* kecepatan 60 – 70 rpm, lama waktu 15 menit ukuran partikel yang dihasilkan 400 mesh. 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 yang digunakan untuk analisa karakteristik kompon karet, antara lain : *Rheometer*, *Hardness Tester*, *Tensometer*, *DIN Abrader*, oven, timbangan dan analisa warna.

### 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 adalah sebagai berikut:

#### 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. Proses mastikasi

Proses mastikasi dilakukan dalam gilingan terbuka (*open mill*), karet alam (RSS) di

mastikasi selama 3 menit, dilanjutkan mastikasi EPDM selama 3 menit.

#### c. *Mixing* (pencampuran) :

- 1) Pencampuran polimer (RSS dan EPDM) 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 3 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

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap yang disusun secara faktorial (RALF), dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi ekstrak kayu secang dan faktor kedua adalah konsentrasi silika dari pasir kuarsa dan  $\text{CaCO}_3$  kulit kerang. Faktor perlakuan adalah sebagai berikut:

Faktor pertama konsentrasi ekstrak kayu secang ( $\alpha$ ) :

- $$\begin{aligned}\alpha_1 &= 3 \text{ phr} \\ \alpha_2 &= 6 \text{ phr} \\ \alpha_3 &= 9 \text{ phr} \\ \alpha_4 &= 12 \text{ phr}\end{aligned}$$

Perlakuan konsentrasi silika pasir kuarsa :  $\text{CaCO}_3$  kulit kerang ( $\beta$ ) :

- $$\begin{aligned}\beta_1 &= \text{Pasir kuarsa} : \text{Kulit kerang} \quad (10:90) \\ \beta_2 &= \text{Pasir kuarsa} : \text{Kulit kerang} \quad (25:75) \\ \beta_3 &= \text{Pasir kuarsa} : \text{Kulit kerang} \quad (50:50) \\ \beta_4 &= \text{Pasir kuarsa} : \text{Kulit kerang} \quad (75:25) \\ \beta_5 &= \text{Pasir kuarsa} : \text{Kulit kerang} \quad (90:10)\end{aligned}$$

Menurut Gomez dan Gomez (1995), rumus umum yang digunakan untuk rancangan percobaan dan jenis Rancangan Acak Lengkap yang disusun secara faktorial adalah sebagai berikut :

$$Y = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{kij}$$

Keterangan :

- $$\begin{aligned}Y_{ijk} &= \text{nilai pengamatan} \\ \mu &= \text{nilai rata-rata}\end{aligned}$$

- $\alpha_i$  = pengaruh konsentrasi ekstrak secang taraf ke i
- $\beta_j$  = pengaruh konsentrasi campuran silika dari pasir kuarsa dan  $\text{CaCO}_3$  dari kulit kerang taraf ke j.
- $\alpha\beta_{ij}$  = pengaruh konsentrasi ekstrak secang taraf ke i dan campuran bahan pengisi silika dari pasir kuarsa dan  $\text{CaCO}_3$  dari kulit kerang taraf ke j.
- $\varepsilon_{klj}$  = galat percobaan ulangan ke k, konsentrasi ekstrak secang taraf ke i dan campuran bahan pengisi taraf ke j.

Signifikansi pada analisa keragaman dilakukan dengan membandingkan  $F_{hitung}$  dengan  $F_{tabel}$  pada taraf uji 5%. Apabila hasil analisa keragaman menunjukkan  $F_{hitung}$  lebih besar dari  $F_{tabel}$  maka dilanjutkan dengan uji lanjut, berupa uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND).

*Pengujian Sifat Fisik Kompon Karet*

Pengujian karakteristik fisik kompon karet meliputi tegangan putus (ISO 37, 1994), perpanjangan putus (ISO 37, 1994), ketahanan usang (ISO 188-1996) meliputi pengujian tegangan putus (ISO 37, 1994), perpanjangan putus (ISO 37, 1994) dan analisa warna. perlakuan yang berpengaruh nyata dilakukan uji Duncan taraf 5%.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

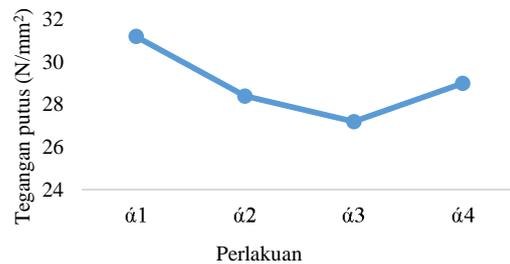
**Tegangan Putus ( $\text{N/mm}^2$ )**

Tegangan putus merupakan besarnya beban yang diperlukan untuk meregangkan potongan uji kompon karet sampai putus, dinyatakan dengan N untuk setiap  $\text{mm}^2$  luas penampang potongan uji sebelum diregangkan. Disamping itu pengujian tegangan putus dapat menentukan waktu vulkanisasi optimum suatu kompon karet dan pengaruh pengusangan pada waktu vulkanisasi kompon karet. Menurut Akiba dan Hasyim, 1997 Vulkanisasi merupakan suatu proses molekul karet yang linier mengalami reaksi *sulfur crosslinking* sehingga menjadi molekul polimer membentuk rangkaian tiga dimensi pada struktur molekul karet sehingga karet berubah sifat (plastis menjadi elastis) dan thermoplastik menjadi stabil terhadap panas dengan perbaikan pada sifat-sifat elastisitasnya.

Jika tanpa proses vulkanisasi karet alam tidak akan memberikan sifat elastis dan tidak stabil terhadap temperatur. Karet akan lebih lengket dan lembek jika suhu panas dan bersifat getas pada suhu dingin. Hal ini dikarenakan unsur karet yang terdiri dari polimer isoprene yang panjang, rantai polimer yang belum di vulkanisasi akan lebih mudah bergeser saat terjadi perubahan bentuk. Jika dilakukan vulkanisasi, *crosslinking* yang terjadi antar rantai polimer akan membuat polimer panjang saling terkait sehingga tidak muda bergeser dari tempatnya. Apabila dikenakan tekanan, karet yang

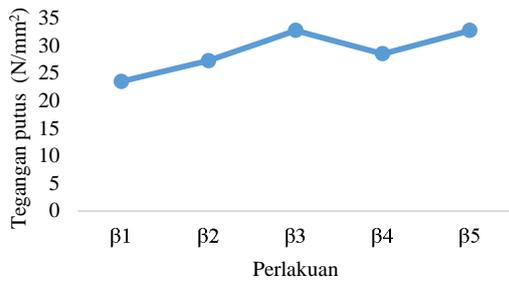
sudah mengalami proses vulkanisasi akan mudah berubah bentuk, tapi ketika tekanan dilepas maka akan kembali ke bentuk semula (bersifat lentur) (Morton, 1959). Hasil pengujian tegangan putus kompon karet dengan menggunakan ekstraksi kayu secang dapat dilihat pada Gambar 1.

Semakin meningkatnya penambahan pewarna dari ekstraksi kayu secang pada pembuatan kompon karet dari 3 phr sampai 12 phr cenderung menurunkan nilai tegangan putus dari  $31 \text{ N/mm}^2$  menjadi  $27 \text{ N/mm}^2$ . Semakin besar jumlah ekstrak secang yang ditambahkan semakin kecil tegangan putus kompon karet yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan terjadinya interaksi secara fisika maupun kimia terhadap kompon karet yang dihasilkan. Interaksi secara fisika terjadi adsorpsi molekul karet melalui permukaan kompon karet, sedangkan secara kimia adanya ikatan antara karet dengan unsur kimia lainnya yang terdapat pada kompon karet, yang mengakibatkan penurunan terhadap tegangan putus.



Gambar 1. Tegangan putus (*Tensile strength*),  $\text{N/mm}^2$  kompon karet dengan menggunakan ekstraksi kayu secang

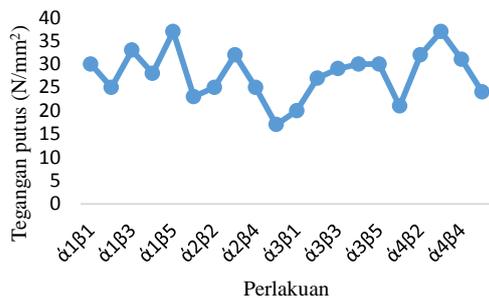
Hasil pengujian Tegangan putus (*Tensile strength*) kompon karet dengan menggunakan campuran silika dari pasir kuarsa dan  $\text{CaCO}_3$  dari kulit kerang dapat dilihat pada Gambar 2. Semakin besar campuran pasir kuarsa dan kulit kerang yang digunakan cenderung nilai tegangan putus kompon karet akan naik. Perlakuan  $P_1$  sampai dengan  $P_5$  komposisi campuran pasir kuarsa cenderung lebih banyak dibandingkan kulit kerang yang digunakan, sehingga menghasilkan tegangan putus kompon karet semakin besar. Hal ini dikarenakan pasir kuarsa mengandung unsur silika, sedangkan  $\text{CaCO}_3$  merupakan bahan pengisi bukan penguat dimana hanya menambah volume kompon karet. Semakin besar konsentrasi campuran pasir kuarsa dan semakin kecil konsentrasi kulit kerang yang digunakan maka semakin besar nilai tegangan putus kompon karet, dengan kata lain kompon karet akan semakin kuat dan elastis. Hasil penelitian didapat pasir kuarsa yaitu  $\text{SiO}_2$  : 97,13%, K : 0,0225%, Ca : 0,0487%, Cr : 0,0478%, Fe : 0,1640, Ni : 0,0023% dan Cu : 0,00062%. Pasir kuarsa memiliki senyawa terbesar yaitu  $\text{SiO}_2$  yang merupakan bahan pengisi penguat (*reinforcing*) yang dapat memperkuat vulkanisat (Boonstra, 2005).



Gambar 2. Tegangan putus (*Tensile strength*), N/mm<sup>2</sup> kompon karet dengan menggunakan campuran silika dari pasir kuarsa dan CaCO<sub>3</sub> dari kulit kerang

Menurut Siswanto *et al.* (2012), silika biasanya dimanfaatkan untuk industri ban, karet, gelas, semen, beton, keramik tekstil, kosmetik, dan lain lain. Silika digunakan sebagai *filler* dalam pembuatan produk karet kendaraan untuk meningkatkan kinerja *wet traction* serta mengurangi dampak *rolling resistance* permukaan ban.

Hasil pengujian interaksi ekstraksi kayu secang dan bahan pengisi untuk parameter tegangan putus pada kompon karet hasil penelitian nilai tertinggi terdapat pada perlakuan α<sub>1β5</sub> (ekstrak secang 3 phr dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 90 :10) dan perlakuan α<sub>4β3</sub> (ekstrak secang 12 phr dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 50 :50) yaitu 37 N/mm<sup>2</sup> dan hasil pengujian kompon karet terendah diperoleh pada perlakuan α<sub>2β5</sub> (ekstrak secang 6 phr dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 90:10 yaitu sebesar 17 N/mm<sup>2</sup>.



Gambar 3. Tegangan putus (*Tensile strength*), N/mm<sup>2</sup> kompon karet dengan interaksi ekstraksi kayu secang dan bahan pengisi.

Analisa keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang serta interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata terhadap tegangan putus kompon karet. Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak secang ( $F_{tabel} = 2,84$  dan  $F_{hitung}$  taraf 5% = 42,15) dan campuran bahan pengisi ( $F_{tabel} = 2,61$  dan  $F_{hitung}$  taraf 5% = 185,03) serta interaksi keduanya ( $F_{tabel} = 2,00$

dan  $F_{hitung}$  taraf 5% = 65,03) memberikan pengaruh nyata terhadap tegangan putus kompon karet.

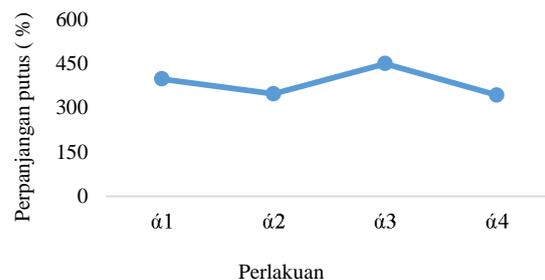
Interaksi konsentrasi ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang untuk semua perlakuan menghasilkan tegangan putus kompon karet yang memenuhi syarat mutu karet yang sesuai untuk beberapa SNI yaitu Karet bantalan mesin kendaraan bermotor (Min 10 N/mm<sup>2</sup>), Sol karet sepatu olahraga (Min 10 N/mm<sup>2</sup>), Sol karet cetak (Min 16 N/mm<sup>2</sup>), hasil uji terbaik perlakuan α<sub>3β4</sub> (ekstrak secang 9 phr dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 75:25 phr) nilai tegangan putus 30 N/mm<sup>2</sup>. Semakin banyak partikel yang berinteraksi, semakin kuat pula material, hal inilah yang membuat ikatan antar partikel semakin kuat sehingga sifat mekanik material bertambah (Hadiyawarman *et al.*, 2008).

Karet merupakan polimer yang bersifat elastis, sehingga sering disebut sebagai elastomer. Sifat fisik karet pada saat vulkanisasi setiap perlakuan yang menurunkan laju alir elastomer dapat meningkatkan tegangan putus, meskipun terjadi dengan adanya panas, proses tersebut berjalan secara lambat, reaksi ini dapat dipercepat dengan penambahan sejumlah kecil bahan akselerator, vulkanisasi tersebut berlangsung melalui mekanisme radikal (Mark *et al.*, 2005).

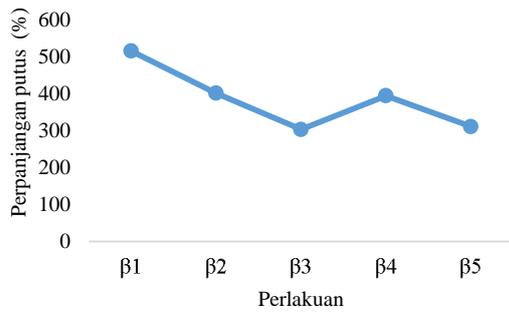
**Perpanjangan Putus (%)**

Perpanjangan putus merupakan penambahan panjang suatu potongan uji bila diregangkan sampai putus, dinyatakan dengan % dari panjang potongan uji sebelum diregangkan. Pengujian perpanjangan putus (*elongation at break*) bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat tegangan dan regangan dari karet vulkanisat dan termoplastik dan termasuk penentuan *yield point* melalui kekuatan dan pertambahan panjang vulkanisat karet ketika mengalami penarikan sampai perpanjangan tertentu dan sampai putus. Hasil pengujian perpanjangan putus kompon karet dengan menggunakan ekstraksi kayu secang dapat dilihat pada Gambar 4.

Hasil pengujian Perpanjangan putus (*Elongation at break*) kompon karet dengan menggunakan campuran silika dari pasir kuarsa dan CaCO<sub>3</sub> dari kulit kerang dapat dilihat pada Gambar 5.



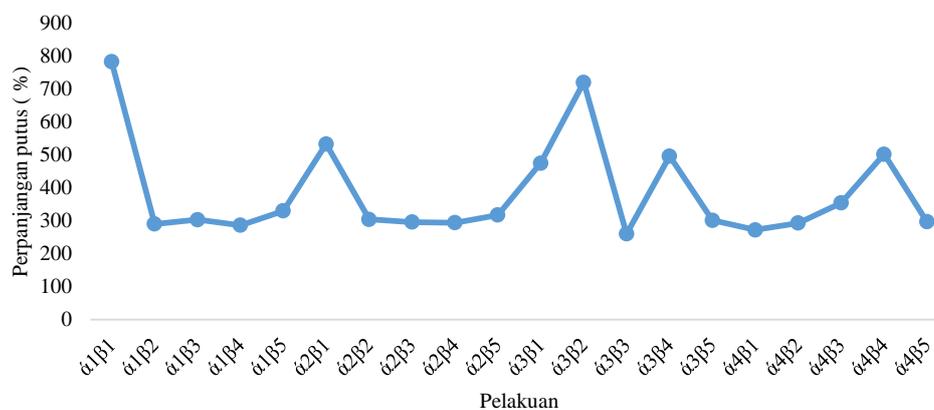
Gambar 4. Perpanjangan putus (*Elongation at break*) % kompon karet dengan menggunakan ekstraksi kayu secang



Gambar 5. Perpanjangan Putus (*Elongation at break*) %, Kompon Karet dengan menggunakan campuran silika dari pasir kuarsa dan CaCO<sub>3</sub> dari kulit kerang

Nilai perpanjangan putus kompon karet yang semakin besar menunjukkan bahwa kompon karet semakin elastis. Perpanjangan putus hasil pengujian kompon karet dengan nilai terbesar didapat pada perlakuan  $\alpha_{1\beta1}$  (ekstraksi secang 3 phr dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 10:90 phr) yaitu 783% dan hasil pengujian kompon karet terendah diperoleh pada perlakuan  $\alpha_{3\beta3}$  (ekstraksi secang 3 phr dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 50:50 phr), yaitu sebesar 260 %. Hasil pengujian perpanjangan putus kompon karet dapat dilihat pada Gambar 6. Analisis keragaman menunjukkan bahwa ekstraksi secang dan campuran pasir silika dan kulit kerang serta interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata terhadap perpanjangan putus kompon karet.

Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak secang ( $F_{tabel} = 2,84$  dan  $F_{hitung}$  taraf 5% = 7874,48) dan campuran bahan pengisi ( $F_{tabel} = 2,61$  dan  $F_{hitung}$  taraf 5% = 18687,19) serta interaksi keduanya ( $F_{tabel} = 2,00$  dan  $F_{hitung}$  taraf 5% = 14708,75) memberikan pengaruh yang nyata terhadap perpanjangan putus kompon karet, hal ini dikarenakan terdapat interaksi antar perlakuan



Gambar 6. Perpanjangan putus (*Elongation at break*) % kompon karet dengan interaksi ekstraksi kayu secang dan bahan pengisi

konsentrasi ekstraksi kayu secang dan konsentrasi campuran bahan pengisi yang digunakan.

Interaksi konsentrasi ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang untuk semua perlakuan menghasilkan perpanjangan putus kompon karet yang memenuhi syarat mutu karet yang sesuai untuk beberapa SNI yaitu Karet Bantalan Mesin Kendaraan Bermotor (Min 250%), sol karet sepatu olahraga (Min 250%), sol karet cetak (Min 250%). Hasil uji terbaik perlakuan  $\alpha_{3\beta4}$  (ekstrak secang 9 phr dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 75:25 phr) nilai perpanjangan putus 496 %.

Interaksi ekstraksi secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang untuk perlakuan  $\alpha_{1\beta1}$  terhadap perpanjangan putus (%) kompon karet berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Modifikasi kimia yang merubah struktur ruang teratur dari molekul karet dapat menurunkan kekuatan dari karet tersebut (Surya, 2002). Selain itu penurunan perpanjangan putus dapat disebabkan meningkatnya rapat ikatan silang antar molekul karet. Perpanjangan putus merupakan salah satu sifat fisika barang jadi karet, untuk mengetahui sifat elastisitas dari produk yang akan menunjukkan sampai seberapa produk yang berbentuk ring dapat diregangkan dengan tepat pada tempatnya.

Jika kemulurannya terlalu besar maka produk akan mudah ditarik, sehingga pada pemakaiannya tidak dapat dikencangkan dengan tepat. Perpanjangan putus semakin menurun dengan meningkatnya konsentrasi pasir kuarsa dan ekstraksi kayu secang, sedangkan kulit kerang yang ditambahkan menurun. Hal ini dikarenakan bahan pengisi pasir kuarsa tidak bercampur secara homogen, sehingga mengakibatkan tidak semua pasir kuarsa dapat berikatan dengan molekul karet, dengan demikian menyebabkan vulkanisat mudah putus apabila ditarik dan mengakibatkan penurunan elastisitas (Ramadhan, 2012).

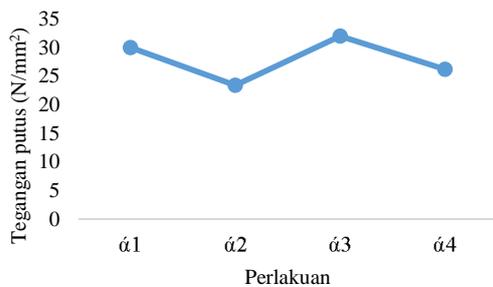
Disamping itu ukuran partikel juga mempengaruhi penurunan sifat mekanik dari kompon karet sehingga interaksi antarmuka dari bahan pengisi dan matrik tidak baik, hal ini dikarenakan ukuran partikel yang lebih kecil maka luas permukaan lebih besar dibanding yang lain sehingga menyebabkan mikrokomposit tersebut lebih tahan terhadap aliran dibandingkan ukuran (Salmah, 2005).

**Ketahanan Usang (%)**

Pengusangan mengakibatkan turunnya sifat fisik barang jadi karet, seperti karet menjadi keras, lunak dan lengket. Penurunan sifat fisik disebabkan terjadinya degradasi karet karena oksidasi oleh oksigen dan ozon. Oksidasi dipercepat dengan adanya panas, sinar ultra violet, lembab dan logam yang mengkatalisa oksidasi. Uji ketahanan usang bertujuan untuk mengetahui kemunduran sifat-sifat fisik kompon karet seperti tegangan putus dan perpanjangan putus dalam waktu tertentu.

*Tegangan Putus (N/mm<sup>2</sup>)*

Nilai kemunduran tegangan putus kompon karet semakin kecil, menunjukkan bahwa kompon karet masih elastis. Hasil uji tegangan putus kompon karet setelah pengusangan dengan menggunakan ekstraksi kayu secang dapat dilihat pada Gambar 7.

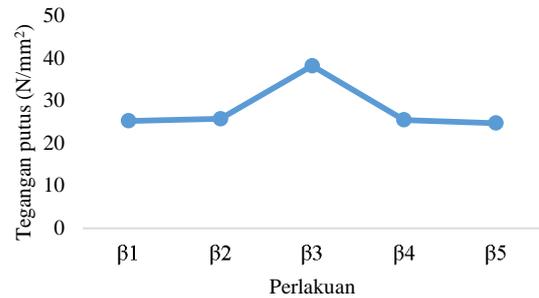


Gambar 7. Tegangan putus (*Tensile strength*) N/mm<sup>2</sup>, kompon karet setelah pengusangan dengan menggunakan ekstraksi kayu secang

Hasil pengujian tegangan putus (*Tensile strength*) kompon karet setelah pengusangan dengan menggunakan campuran silika dari pasir kuarsa dan CaCO<sub>3</sub> dari kulit kerang dapat dilihat pada Gambar 8. Perbandingan konsentrasi silika pasir kuarsa dan CaCO<sub>3</sub> yang ditambahkan pada kompon karet cenderung akan naik kemudian nilai tegangan putus akan turun hal ini dikarenakan terjadinya aglomerasi agregat akibat tidak semua bahan pengisi dapat berikatan dengan dengan molekul karet.

Kemunduran tegangan putus hasil kompon karet dengan nilai tertinggi pada perlakuan α<sub>3</sub>β<sub>3</sub> (konsentrasi ekstraksi secang 9 phr dan campuran pasir kuarsa dengan kulit kerang 50:50 ) yaitu 30 N/mm<sup>2</sup> dan hasil pengujian kompon karet terendah

diperoleh pada perlakuan α<sub>2</sub>β<sub>5</sub> (konsentrasi ekstraksi secang 6 phr dan campuran pasir kuarsa dengan kulit kerang 90:10), yaitu 14 N/mm<sup>2</sup>. Hasil pengujian tegangan putus kompon karet setelah pengusangan dapat dilihat pada Gambar 9.



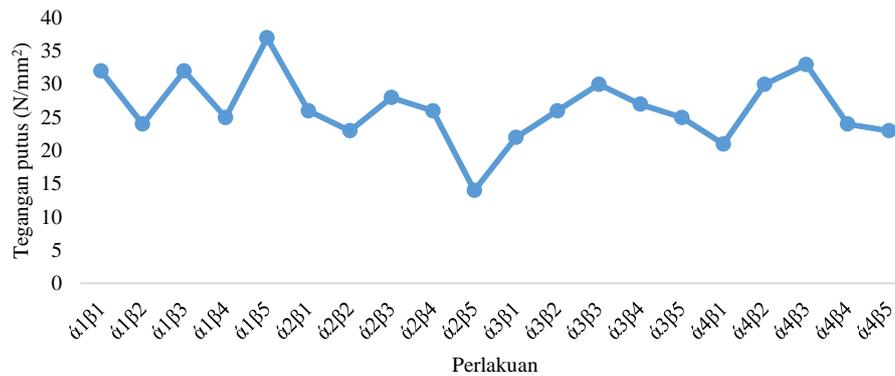
Gambar 8. Tegangan putus (*Tensile strength*) N/mm<sup>2</sup>, kompon karet setelah pengusangan dengan menggunakan campuran silika dari pasir kuarsa dan CaCO<sub>3</sub> dari kulit kerang

Analisa keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi ekstraksi secang dan campuran pasir kuarsa dengan kulit kerang serta interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata terhadap tegangan putus kompon karet setelah pengusangan.

Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak secang (F<sub>tabel</sub> = 2,84 dan F<sub>hitung</sub> taraf 5% = 92,42) dan campuran bahan pengisi (F<sub>tabel</sub> = 2,61 dan F<sub>hitung</sub> taraf 5% = 168,06) serta interaksi keduanya (F<sub>tabel</sub> = 2,00 dan F<sub>hitung</sub> taraf 5% = 83,35) memberikan pengaruh nyata terhadap tegangan putus setelah pengusangan kompon karet. Perlakuan konsentrasi ekstrak secang untuk semua perlakuan berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Konsentrasi campuran pasir kuarsa dan kulit kerang untuk semua perlakuan terhadap tegangan putus (N/mm<sup>2</sup>) kompon karet berbeda nyata dengan perlakuan yang lain.

Interaksi konsentrasi ekstrak secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang terhadap tegangan putus (N/mm<sup>2</sup>) kompon karet berbeda nyata untuk semua perlakuan, tegangan putus kompon karet setelah pengusangan memenuhi syarat mutu karet sesuai untuk beberapa SNI yaitu Karet Bantalan Mesin Kendaraan Bermotor (Min 8 N/mm<sup>2</sup>), sol karet sepatu olahraga dan sol karet cetak (Tidak dipersyaratkan dalam SNI). Hasil uji terbaik perlakuan α<sub>3</sub>β<sub>4</sub> (ekstrak secang 9 phr dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 75:25 phr) nilai tegangan putus setelah pengusangan 27 N/mm<sup>2</sup>.

Analisa perbandingan sebelum (30 N/mm<sup>2</sup>) dan setelah pengusangan (27 N/mm<sup>2</sup>) perubahan sifat fisika tegangan putus yaitu 10%, tegangan putus kompon karet setelah pengusangan memenuhi syarat mutu kompon karet sesuai untuk beberapa SNI yaitu SNI Kompon lis kaca mobil maks 20% dan kompon bantalan dermaga maks 20%.

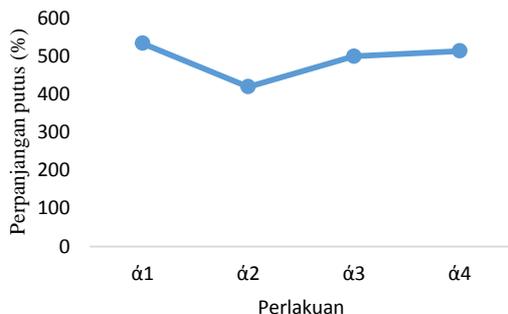


Gambar 9. Tegangan putus (*Tensile strength*) N/mm<sup>2</sup> kompon karet setelah pengusangan dengan interaksi ekstraksi kayu secang dan bahan pengisi

Interaksi ekstraksi secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang untuk perlakuan α1β1 terhadap perpanjangan putus (%) kompon karet berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pengusangan mengakibatkan turunnya sifat fisik mekanik seperti tegangan putus selama masa penggunaan. Penurunan sifat fisik ini disebabkan terjadinya degradasi karet karena oksidasi oleh oksigen dan ozon dan bersentuhan dengan minyak, panas, ditekan dengan gaya tertentu (Chandra dan Rustgi, 1997).

**Perpanjangan Putus (%)**

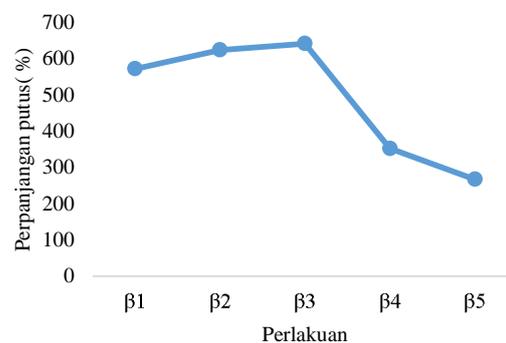
Perpanjangan putus kompon karet yang semakin besar menunjukkan bahwa kompon karet semakin elastis. Hasil uji perpanjangan putus kompon karet setelah pengusangan dengan menggunakan ekstraksi kayu secang dapat dilihat pada Gambar 10. Penambahan ekstraksi secang mengakibatkan penurunan sifat mekanik dari kompon karet, sehingga rendahnya derajat ikatan silang yang dihasilkan kompon karet, dapat pula disebabkan bahan pengisi dari kulit kerang merupakan bahan pengisi bukan penguat yang berfungsi hanya penambah volume saja pada kompon karet.



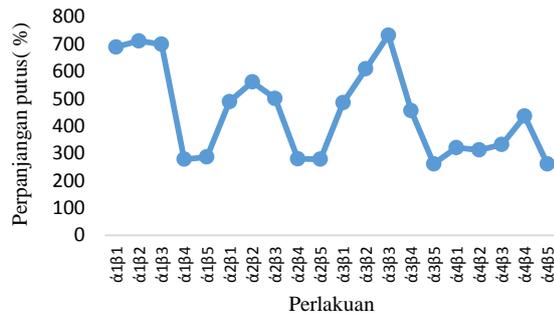
Gambar 10. Perpanjangan putus (*Elongation at break*) % kompon karet setelah pengusangan dengan menggunakan ekstraksi kayu secang

Kulit kerang merupakan komposit mineral dan biopolimer terdiri dari 95%-99% CaCO<sub>3</sub>, 0,696% SiO<sub>2</sub>, 0,649% MgO, 0,419% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,33 SrO, 0,204% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,984% Na<sub>2</sub>O, 0,724% SO<sub>3</sub>, 1%-5% makromolekul organik dan sejumlah kecil oksida (Saryati *et al.*, 2012). Hasil pengujian perpanjangan putus (*Elongation at break*) kompon karet setelah pengusangan dengan menggunakan campuran silika dari pasir kuarsa dan CaCO<sub>3</sub> dari kulit kerang dapat dilihat pada Gambar 11.

Nilai perpanjangan putus hasil pengujian kompon karet setelah pengusangan dengan nilai terbesar didapat pada perlakuan α3β3 (konsentrasi ekstraksi secang 9 phr dan campuran pasir kuarsa dengan kulit kerang 50:50) yaitu 733% dan hasil pengujian kompon karet terendah diperoleh pada perlakuan α3β5 (konsentrasi ekstraksi secang 9 phr dan campuran pasir kuarsa dengan kulit kerang 90:10) yaitu 258%. Hasil pengujian perpanjangan putus kompon karet setelah pengusangan dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 11. Perpanjangan putus (*Elongation at break*) % kompon karet setelah pengusangan dengan menggunakan campuran silika pasir kuarsa dan CaCO<sub>3</sub> kulit kerang



Gambar 12. Perpanjangan putus (*Elongation at break*) % kompon karet setelah pengusangan dengan interaksi ekstraksi kayu secang dan bahan pengisi

Analisa keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi ekstraksi secang dan campuran pasir kuarsa dengan kulit kerang serta interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata terhadap perpanjangan putus kompon karet setelah pengusangan. Hasil uji analisa keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak secang ( $F_{\text{tabel}} = 2,84$  dan  $F_{\text{hitung}} \text{ taraf } 5\% = 510,48$ ) dan campuran bahan pengisi ( $F_{\text{tabel}} = 2,61$  dan  $F_{\text{hitung}} \text{ taraf } 5\% = 4742,63$ ) serta interaksi keduanya ( $F_{\text{tabel}} = 2,00$  dan  $F_{\text{hitung}} \text{ taraf } 5\% = 196,55$ ) memberikan pengaruh yang nyata terhadap perpanjangan putus setelah pengusangan kompon karet.

Perlakuan konsentrasi ekstraksi secang untuk semua perlakuan berbeda nyata. Campuran pasir kuarsa dengan kulit kerang untuk semua perlakuan terhadap perpanjangan putus (%) kompon karet setelah pengusangan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pengusangan akan memutuskan beberapa ikatan polimer yang ada sehingga mengakibatkan karet menjadi kaku dan kuat sehingga sifat fisik kompon karet tetap tinggi setelah pengusangan (Nieuwenhuizen, 1997).

Interaksi konsentrasi ekstrak secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang terhadap perpanjangan putus (%) kompon karet berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Semua perlakuan menghasilkan perpanjangan putus kompon karet yang memenuhi syarat mutu karet yang sesuai untuk beberapa SNI yaitu karet bantalan mesin kendaraan bermotor (Min 200%), sol karet sepatu olahraga dan sol karet cetak (Tidak dipersyaratkan dalam SNI). Hasil uji terbaik perlakuan α<sub>3</sub>P<sub>4</sub> (ekstrak secang 9 phr dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 75:25 phr) nilai perpanjangan putus setelah pengusangan 457%.

Analisa perbandingan sebelum (496%) dan setelah pengusangan (457%) perubahan sifat fisika perpanjangan putus yaitu 8%, perpanjangan putus kompon karet setelah pengusangan memenuhi syarat

mutu kompon karet sesuai untuk beberapa SNI yaitu SNI Kompon lis kaca mobil maks 10% dan kompon bantalan dermaga maks 20%.

### Analisa Warna

Hasil pengukuran warna menggunakan Digital Hunter Color menghasilkan data  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Dimana nilai  $L$  (*lightness*) berhubungan dengan derajat kecerahan, yang berkisar antara nol sampai seratus. Nilai  $L$  yang mendekati 100 menunjukkan sampel yang dianalisis memiliki kecerahan tinggi (terang) sedangkan nilai  $L$  yang mendekati nol menunjukkan sampel memiliki kecerahan rendah (gelap). Warna kromatis merupakan warna-warna yang terlihat seperti merah, kuning, hijau dan sebagainya. Warna akromatis diperoleh bila sampel yang dianalisis memiliki nilai warna  $a$  yang rendah ( $<10$ ). Hasil analisa warna ekstraksi secang adalah nilai  $L^*$  (kecerahan) sebesar 22,7, nilai  $a^*$  (dominan merah) sebesar 1,63, nilai  $b^*$  (dominan kuning) sebesar 0,73. sedangkan hasil analisa kualitatif ekstraksi secang mempunyai kandungan kimia yaitu alkaloid, steroid/triterpenoid, fenol dan tannin. Hasil pengukuran perubahan warna  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  dari Hasil pengukuran perubahan warna dapat dilihat pada Tabel 1.

Total perbedaan ( $\Delta E^*$ ) merupakan total perbedaan warna antara sampel dengan warna standar. Berdasarkan nilai CIE  $L^*a^*b^*$  perbedaan warna dapat dihitung dan dinyatakan dalam sebuah nilai  $\Delta E$ . Nilai  $\Delta L^*$  yang menunjukkan nilai positif untuk sampel diatas, sedangkan nilai  $\Delta a^*$  negatif berarti warna merah menurun dan nilai  $\Delta b^*$  menunjukkan nilai negatif yang berarti warna kuning menurun. Dari Tabel 1 menghasilkan total perbedaan warna terbesar yaitu 33,8 (perlakuan α<sub>1</sub>P<sub>1</sub> dimana A<sub>1</sub>: ekstraksi kayu secang yaitu 3 phr, P<sub>1</sub>: campuran pasir kuarsa dan kulit kerang yaitu 10:90), sedangkan menghasilkan total perbedaan warna yang kecil yaitu 11,64 (perlakuan α<sub>4</sub>P<sub>4</sub> dimana A<sub>4</sub>: ekstraksi kayu secang yaitu 12 phr, P<sub>4</sub>: campuran pasir kuarsa dan kulit kerang yaitu 75:25). Dari hasil penelitian dimana semakin besar jumlah ekstrak secang yang digunakan dalam pembuatan kompon karet mengakibatkan semakin kecil nya perubahan warna pada kompon tersebut. Perubahan warna dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, kondisi pH, suhu, pemanasan, sinar ultraviolet, oksidator, reduktor dan metal, (Maharani, 2003). Sinar matahari dapat merubah stabilitas zat warna kayu secang, menyebabkan degradasi pigmen yang ditunjukkan penurunan serapan (absorbansi) dimana perubahan pigmen semakin bening kemudian warna merah tidak terlihat, absorbansi semakin menurun dengan semakin lamanya penyinaran matahari (Kurniati *et al.*, 2012).

Tabel 1. Hasil perubahan warna pengolahan kompon karet

Perlakuan	Warna			
	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E$
$\alpha_{1\beta 1}$	32,43	9,5	-0,90	33,81
$\alpha_{1\beta 2}$	26,83	7,93	-1,17	28,01
$\alpha_{1\beta 3}$	22,87	7,67	-2,13	24,21
$\alpha_{1\beta 4}$	17,77	6,67	-1,57	19,04
$\alpha_{1\beta 5}$	26,50	7,47	-1,4	27,57
$\alpha_{2\beta 1}$	26,5	8,87	-2,63	28,07
$\alpha_{2\beta 2}$	22,87	8,3	-2,40	24,44
$\alpha_{2\beta 3}$	19,93	9,00	-3,63	22,17
$\alpha_{2\beta 4}$	19,30	7,27	-4,23	21,05
$\alpha_{2\beta 5}$	17,80	8,77	-2,83	20,04
$\alpha_{3\beta 1}$	24,47	9,3	-0,80	26,19
$\alpha_{3\beta 2}$	19,03	8,7	-1,8	21,00
$\alpha_{3\beta 3}$	17,07	8,77	-4,13	19,63
$\alpha_{3\beta 4}$	17,7	8,03	-4,27	19,90
$\alpha_{3\beta 5}$	7,63	8,33	-4,27	12,08
$\alpha_{4\beta 1}$	20,90	9,90	-1,83	23,20
$\alpha_{4\beta 2}$	18,53	8,99	-1,53	20,63
$\alpha_{4\beta 3}$	18,53	9,37	-4,83	21,32
$\alpha_{4\beta 4}$	7,67	7,37	-4,73	11,64
$\alpha_{4\beta 5}$	16,73	7,30	-4,43	18,79

Semakin besar perubahan warna  $\Delta E$  maka produk yang dihasilkan semakin berkurang stabilitas warna pada kompon karet yang dihasilkan. Stabilitas warna pada kayu secang memiliki kepekaan terhadap pemanasan dimana laju degradasi warna dalam bentuk larutan akibat pemanasan akan mengalami perubahan, disamping itu pemanasan juga mengakibatkan terjadinya penurunan absorbansi yang tajam (Holinesti, 2009).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perlakuan konsentrasi ekstrak kayu secang, campuran pasir kuarsa dengan kulit kerang dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan usang untuk parameter tegangan putus dan perpanjangan putus kompon karet yang dihasilkan. Nilai tegangan putus kompon karet berkisar antara 17-37 N/mm<sup>2</sup>, perpanjangan putus berkisar antara 260-783%, ketahanan usang untuk parameter tegangan putus berkisar antara 14-30 N/mm<sup>2</sup> dan perpanjangan putus 258-733% serta total perbedaan warna 11,64-33,81. Perlakuan terbaik yang memenuhi persyaratan kompon karet sesuai persyaratan mutu kompon karet adalah perlakuan  $\alpha_{3\beta 4}$  (ekstrak secang 9 phr dan campuran silika pasir kuarsa dan CaCO<sub>3</sub> kulit kerang 75:25 phr) dengan karakteristik kompon karet untuk parameter tegangan putus 30 N/mm<sup>2</sup>, perpanjangan putus 496%, ketahanan usang untuk parameter

tegangan putus 27 N/mm<sup>2</sup> dan perpanjangan putus 257%. Perlakuan terbaik untuk perubahan total perbedaan warna yang kecil terdapat pada perlakuan  $\alpha_{4\beta 4}$  (ekstraksi kayu secang 12 phr dan campuran silika pasir kuarsa dengan CaCO<sub>3</sub> kulit kerang yaitu 75:25 phr) yaitu 11,64.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pengaruh ekstrak kayu secang, campuran silika pasir kuarsa dengan CaCO<sub>3</sub> kulit kerang terhadap perubahan karakteristik kompon karet setelah pengusangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah DR dan Indriati. 2003. Color stability of natural pigment from secang woods (Caesalpinia Sappan l). *Proceeding of the 8<sup>th</sup> Asean Food Conference*. 8-11 October 2003.
- Akiba MZ dan Hasyim AS. 1997. *Vulcanization And Crosslinking in Elastomer*. Malaysia University: Sains Malaysia.
- Boerhendhy I. 2013. Penggunaan stimulan sejak awal penyadapan untuk meningkatkan produksi klon IRR 39. *J Penelit Karet*. 31(2): 24-31.
- Boonstra BB. 2005. Reinforcement by filler. *J Rubber Age*. 92 (6): 227-235.
- Chandra R dan Rustgi R. 1997. Biodegradation of maleated linear low-density polyethylene

- and starch blends. *Polym Degradation and Stability*. 56:185-202.
- Daik R, Bidol S, dan Abdullah I. 2007. Effect of Molecular weight on the droplet size and Rheological Properties of Liquid natural Rubber Emulsion. *Malaysian Polym J*. 2(1): 29-38.
- Firdaus LH, Adit RW, dan Widayat. 2013. Pembuatan katalis H-Zeolit dengan impregnasi KI/KIO<sub>3</sub> dan uji kinerja katalis untuk produksi biodiesel. *J Tek Kim Indus*. 2(2): 148-154.
- Gomez A dan Gomez K. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Edisi Kedua. UI Press. Jakarta.
- Hadi S, Munasir, dan Triwikantoro. 2011. Sintesis silika berbasis pasir alam bancar menggunakan metode kopresipitasi. [Tesis]. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hadiyawardan. 2008. Fabrikasi material nanokomposit superkuat, ringan dan transparan menggunakan metode simple mixing. *J Nanosains Nanoteknologi*. 1 (1): 48-54.
- Holinisti R. 2009. Studi pemanfaatan pigmen brazilien kayu secang *Caesalpinia Sappan, L* sebagai pewarna alami serta stabilitasnya pada model pangan. *J Pendidikan dan Keluarga*. 1(2): 2085-4285.
- Hu J, Yan X, Wang W, Wu H, Hua L, Du L. 2008. Antioxidant activity in vitro of the three constituents from *Caesalpinia sappan, L*. *Tsinghua Sci Technol*. 13: 474-479.
- Karapanagiotis I, Daniilia AT, dan Chryssoulakis Y. 2005. Identification of red natural dyes in post-byzantine icons by HPLC. *J Liquid Chromatography Related Technol*. 28:739-749.
- Karapanagiotis I, Lakka A, Valianon L, Chryssoulakis Y. 2008. High-performance liquid chromatographic determination of colouring matters in historical garments from the Holy Mountain of Athos. *Microchemica Acta*. 160:477-483.
- Kumar CSSR dan Nijasura MA. 2007. Vulcanization of Rubber. *RESONANCE*. 6(2): 55 – 59.
- Kurniati N, Prasetya AT, dan Winarni. 2012. Ekstraksi dan uji stabilitas zat warna brazilien dari kayu secang (*Caesalpinia sappan L*). *Indonesian J Chem Sci*. 1 (1): 32-36.
- Lemmens RHMJ dan Soetjipto NW. 1992. Plant resources of South-East Asia. Dye and Tannin-producing Plants. 195 p. Bogor. Indonesia.
- Lim M, Joon JH, Jeong EY, Lee CH, Lee HS. 2007. Antimicrobial activity of 5-hydroxy-1,4-naphthoquinone isolated from *Caesalpinia sappan* toward intestinal bacteria. *Food Chem*. 100:1254-1258.
- Lioe HN, Adawiyah DR dan Anggraeni R. 2012. Isolation and characterization of the major natural dyestuff component of brazilwood (*Caesalpinia sappan L*). *Int Food Res J*. 19(2) 537-542.
- Maharani K. 2003. Stabilitas pigmen brazilien pada kayu secang (*Caesalpinia sappan, L*). [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Mark JE, Erman B, dan Eirich FR. 2005. *Science and Technology of Rubber*. 3<sup>rd</sup> Ed. United States of America: Elsevier Academic Press.
- Maryam S. 2006. Pengaruh serbuk cangkang kerang sebagai filter terhadap sifat-sifat dari mortar. [Skripsi]. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Masyrukan M dan Azmi AN. 2013. Perbandingan kualitas Rubber Brushing produk Pasaran dengan buatan sendiri. *Media Mesin*. 14(2): 1411-4348.
- Morton M. 1959. *Introduction to Rubber Technology*. New York: Reinhold Publishing Corporation,
- Nieuwenhuizen J dan 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. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Ramadhan A dan Fathurrohman MI. 2012. Pengaruh asam stearate terhadap karakteristik pematangan, sifat mekanik dan swelling vulkanisat karet alam dengan bahan pengisi organoclay. *J Sains Materi Indo*. 2 (14): 108-113.
- Rihayat. 2007. Sintesa dan karakteristik sifat mekanik karet nanokomposit. *J Rekayasa Kimia dan Lingk*. 6(1) : 1 - 6.
- Rosenberg F. 2008. Characterisation of historical organic dyestuffs by liquid chromatography-mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chem*. 391:35-57.
- Surest AH, Wardani AR, dan Fransiska R. 2012. Pemanfaatan limbah kulit kerang untuk menaikkan pH pada proses pengelolaan air rawa menjadi air bersih. *J Tek Kim*. 3 (18): 10-15.
- Salmah IH dan Bakar A. 2005. The effect of compatibilizer and coupling agent on the properties of paper sludge filled polypropylene (PP)/Ethylene propylene diene terpolimer (EPDM) composite. *J Polimer Plastic Technol Eng*. 44 (5):863-879.

- Saryati, Sulistioso GS, Handayani A, Supardi, Untoro P, Sugeng B. 2012. Hidroksiapatit berpori dari kulit kerang. *J Sains Materi Indo*. 31-35
- Shen J, Zhang H, Lin H, Su, Xing D, Du I. 2007. Brazilein protects the brain against focal cerebral isehemia reperfusion injury correlating to inflanatory response suppression. *Europ J Pharmacol*. 558:88-95.
- Siswanto, Hamzah M, Mahendra A, Fausiah. 2012. Perencanaan nanosilika berbahan baku silika lokal sebagai filler kompon karet rubber air bag peluncur kapal dari galangan. Prosiding InsINas. Jakarta: 29-30 Nopember 2012.
- Surya I. 2002. Pengaruh penambahan pengisi penguat terhadap sifat uji tarik karet alam terepoksida. *J Tek Simetrika*. 1 : 68-74.
- Supratiningsih. 2005. Pengaruh RSS/SBR dan filler CaCO<sub>3</sub> terhadap sifat fisis kompon karpet karet. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*. 21(1): 3.
- Thomas. 2005. *Disain Kompon*. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Ye M, Xie W, Lei F, Meng Z, Zhao Y, Su H, Du I. 2006. Brazileinan important immune-supprwssive component from *Caesalpinia sappan* L. *Int Immunopharmacol*. 6:426-432.
- Yuniari A, Any S, dan Buchori A. 2001. Optimalisasi kondisi proses vulkanisasi terhadap sifat fisis kompon karet yang menggunakan bahan pengisi jenis silikat. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Surakarta*. 13 Oktober 2001.