

## PENGARUH SUHU DAN WAKTU VULKANISASI TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPON SOL KARET CETAK BERBAHAN PENGISI ARANG CANGKANG SAWIT

### THE EFFECT OF VULCANIZATION TEMPERATURE AND TIME ON THE CHARACTERISTICS OF RUBBER SHOE SOLE CONTAINING PALMSHELL CHARCOAL FILLER

Cahyo Adi Pireno<sup>1</sup>, Agus Wijaya<sup>2</sup> dan Rindit Pambayun<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang

<sup>2,3</sup>Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Palembang

e-mail: <sup>1</sup>adipire@gmail.com, <sup>2</sup>agus\_wijaya@hotmail.com, <sup>3</sup>pambayun@yahoo.co.id

Diajukan: 05 Maret 2013; Dinilai: 20 Maret – 07 Mei 2013; Disetujui: 03 Juni 2013

#### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh suhu dan waktu vulkanisasi pada pembuatan kompon sol karet cetak dengan memanfaatkan arang cangkang sawit sebagai bahan pengisi. Penelitian dilaksanakan di Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang dan dilaksanakan bulan Mei sampai November 2012. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan tiga variasi suhu ( $T_1$ : 130 °C,  $T_2$ : 140 °C,  $T$ : 150 °C) dan tiga variasi waktu vulkanisasi ( $W_1$ : 10 menit,  $W_2$ : 12 menit,  $W_3$ : 14 menit). Parameter yang diuji adalah parameter uji sesuai dengan SNI 0778:2009 tentang sol karet cetak yaitu tegangan putus, perpanjangan putus, kekerasan dan ketahanan sobek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan waktu berpengaruh nyata terhadap semua parameter uji fisik. Perlakuan yang memberikan hasil terbaik diperoleh pada perlakuan suhu vulkanisasi 130 °C dan waktu vulkanisasi 10 menit ( $T_1W_1$ ) dengan nilai parameter uji tegangan putus sebesar 17,567 N/mm<sup>2</sup>, perpanjangan putus 578,33%, kekerasan sebesar 59 Shore A dan ketahanan sobek 5,167 N/mm<sup>2</sup> dengan semua parameter uji fisik memenuhi syarat SNI.

**Kata kunci:** Vulkanisasi, kompon, bahan pengisi, arang cangkang sawit

#### Abstract

*The purpose of this research was to study the effect of temperature and time of vulcanization in rubber sole compound manufacturing by utilizing palm shell charcoal as filler. The research was carried out at Industrial Research and Standardization Laboratory Palembang on May to November 2012. Experimental design used in this study was factorial completely randomized design (CRD). Two factors were investigated, namely temperature (designed as T with the following three levels: 130, 140 and 150 °C) and vulcanization time (designed as W with the following levels, 10, 12 and 14 minutes). The observed physical parameters were according to SNI 0778: 2009, including tensile strength, elongation at break, hardness and tear strength. The results showed that temperature and time of vulcanization significantly affected all physical parameters. The best physical properties result was obtained in the treatment  $T_1W_1$  (vulcanization temperature of 130 °C and vulcanization time of 10 minutes) with the following values: tensile strength of 17.567 N/mm<sup>2</sup>, elongation at break of 578.33%, hardness of 59 Shore A and tear strength of 5.167 N/mm<sup>2</sup> with all physical parameters met SNI quality standard.*

**Keywords :** Vulcanization, compound, filler, palm shell charcoal

## PENDAHULUAN

Vulkanisasi adalah tahapan proses yang paling penting dalam pembuatan kompon karet, dimana pada tahapan ini, terjadi reaksi *crosslinking* antara molekul karet dengan bahan pemvulkanisasi belerang (Pujiastuti, 2007). Vulkanisasi sangat dipengaruhi oleh waktu dan suhu, apabila waktu maupun suhu yang dipilih tidak sesuai dengan kondisi optimal, maka kualitas kompon karet yang dihasilkan menjadi kurang baik (Gosh *et al.*, 2003).

Kompon karet merupakan turunan paling utama dari hasil kebun karet, dimana pada saat ini karet menjadi bahan utama dalam menunjang kehidupan manusia. Hampir semua kompon karet menggunakan *carbon black* sebagai bahan pengisi (*filler*). Peranan *carbon black* adalah sebagai *filler* aktif dan juga sebagai penguat.

Penambahan bahan pengisi *carbon black* memberikan hasil positif terhadap sifat fisik kompon karet yang dihasilkan (Olewi *et al.*, 2011). *Carbon black* yang harganya relatif mahal dan sebagian besar masih diimpor, akan menyebabkan harga produksi barang jadi meningkat, sehingga perlu dikaji potensi pemanfaatan bahan baku yang lebih murah agar dapat menekan biaya produksi.

Cangkang kelapa sawit merupakan salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit. Jumlah cangkang yang dihasilkan per ton produk minyak sawit adalah sebesar 30% (Rahmawati, 2009). Cangkang kelapa sawit saat ini belum banyak dimanfaatkan hanya digunakan untuk perkerasan jalan di sekitar kebun sawit dan diolah menjadi arang cangkang maupun sebagai bahan bakar boiler, dimana peningkatan nilai ekonominya masih rendah. Potensi produksi kelapa sawit di Indonesia, terutama di Sumatera Selatan sangat besar. Luas areal kebun kelapa sawit di Sumatera Selatan pada tahun 2009 sebesar 690.729 hektar dengan produksi sebesar 2.036.553 ton pada tahun 2009 dan sebesar 2.082.196 pada tahun 2010 (Statistik Perkebunan Indonesia, 2011), dengan rendemen minyak kelapa sawit sebesar 22% (Kusnata, 1976) maka jumlah arang

cangkang sawit yang dihasilkan di Sumatera Selatan sebesar 137.425 ton.

Arang cangkang sawit dapat digunakan sebagai bahan pengisi menggantikan *carbon black* karena kemiripan struktur permukaan, luas area permukaan dan bilangan *iodine* yang hampir sama dengan *carbon black* (Rahmawati, 2009). Pemanfaatan arang cangkang sawit sebagai bahan isian akan dapat mengurangi biaya bahan baku pembuatan kompon sol karet cetak, selain itu permasalahan yang dihadapi saat ini adalah pemanfaatan bahan pengisi yang tidak terbarukan, sehingga harga produksi menjadi mahal, dengan memanfaatkan limbah arang cangkang sawit sebagai bahan pengisi (*filler*) diharapkan kompon karet yang dihasilkan lebih murah tapi tetap dapat memenuhi SNI.

Pada proses pembuatan kompon karet kisaran suhu yang baik pada proses vulkanisasi dengan bahan accelerator MBS (*2-morpholiniothiobenzothiazole*) adalah 130 - 150 °C pada kisaran suhu tersebut reaksi *crosslinking* berjalan dengan baik dengan tidak merusak kompon karet yang dihasilkan sedangkan kisaran waktu vulkanisasi pembuatan kompon 10-15 menit pada kisaran waktu tersebut kompon sudah matang dengan nilai torsi yang maksimal (Gosh *et al.*, 2003).

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan suhu dan waktu proses vulkanisasi yang menghasilkan kompon karet dengan parameter fisik terbaik dengan memanfaatkan bahan pengisi arang cangkang sawit.

## BAHAN DAN METODE

### A. Bahan

Bahan yang digunakan terdiri dari Bahan baku yaitu karet alam (*natural rubber*) dan karet sintesis SBR (*styrene butadiene rubber*) sedangkan bahan tambahan sebagai bahan pengisi (*filler*) berupa arang cangkang sawit, bahan pelunak (*softener*) berupa minarex oil, bahan penggiat (*activator*) digunakan ZnO dan asam stearat, bahan pencepat (*accelerator*) berupa MBS (*Morpholiniothiobenzothiazole*) bahan pemvulkanisasi dengan belerang dan

bahan anti degradasi menggunakan Flektol H dan DPPD.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan/neraca analitik, *open mill* dengan 2 rol dilengkapi dengan kontrol suhu, *mould press*, *hidroulic press*, *stop watch*, ayakan, pisau, alat uji kuat tarik, alat uji kekerasan, alat uji kuat sobek, alat uji perpanjangan tetap, alat uji bobot jenis, alat uji ketahanan kikis, *flexometer* dan jangka sorong.

## B. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu 1) pembuatan kompon dan 2) pengujian.

### Pembuatan Kompon

Bahan yang diperlukan untuk masing-masing formulasi kompon ditimbang dengan timbangan analitis sesuai Tabel 1.

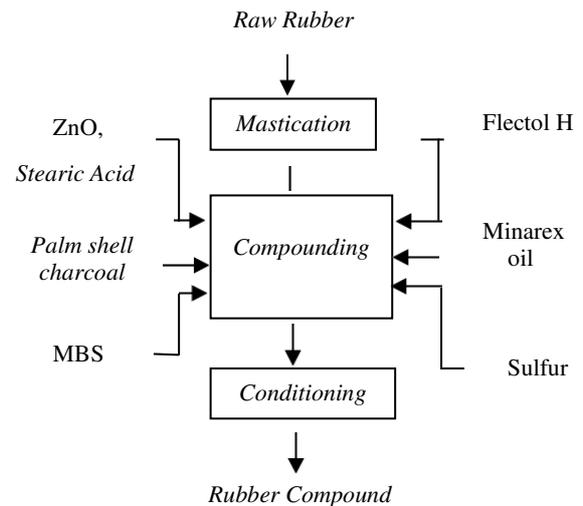
Setelah itu dilakukan dan vulkanisasi. Proses pencampuran dilakukan dalam gilingan terbuka (*open mill*), mula-mula karet alam digiling sampai plastis, setelah plastis kemudian ditambahkan aktivator ZnO dan asam stearat dan digiling sampai homogen. Vulkanisator (sulfur) ditambahkan dan digiling selama 2-3 menit pada suhu 130-150 °C.

Tabel 1. Formulasi Kompon

No	Bahan	Formula Kompon (gram)
1	NR	70
2	SBR	30
3	ZnO	5
4	Asam Stearat	2
5	TMQ	1
6	DPPD	1,5
7	Cumaron Resin	2
8	Arang Cangkang	30
9	Minarex Oil	5
10	MBS	1,5
11	Sulfur	1,5

Kemudian antioksidan TMQ (flektol H), resin dan bahan bantu lain ditambahkan, *filler* arang cangkang sawit, wax dan pelunak ditambahkan. *Accelerator santfure* MBS ditambahkan, proses vulkanisasi dilakukan selama 10,

12, dan 14 menit setelah itu kompon dikeluarkan dari *open mill* dan ditentukan ukuran ketebalan lembaran kompon dengan menyetel jarak roll pada cetakan sheet, setelah itu kompon dikeluarkan dan diletakkan diatas plastik transparan dan kompon dipotong disesuaikan dengan barang jadi yang akan dibuat. Diagram alir proses pembuatan kompon dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Persiapan Kompon

### Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui parameter yang diukur, peubah yang diamati dalam penelitian ini meliputi parameter sesuai dengan SNI 0778 : 2009 tentang sol karet cetak. Parameter-parameter tersebut adalah organoleptis dan fisis. Pengamatan organoleptis dilakukan terhadap keadaan dan kenampakan. Sedangkan pengujian fisis dilakukan dengan parameter uji fisika yang meliputi tegangan putus, perpanjangan putus, kekerasan, dan ketahanan sobek.

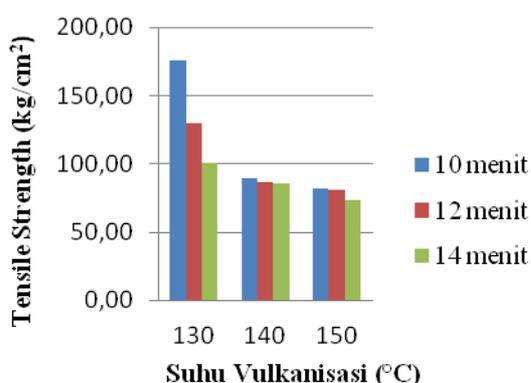
### Analisa Data

Penelitian ini merupakan percobaan laboratorium dengan sembilan perlakuan penelitian dengan dua variasi yaitu suhu dan waktu vulkanisasi. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan variasi 2 variabel yaitu suhu vulkanisasi (T) 130, 140 dan 150 °C dan waktu vulkanisasi (W) 10, 12 dan 14 menit.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Tegangan Putus (*Tensile Strength*)

Menurut Kusnata (1976) tegangan putus adalah besarnya beban yang diperlukan untuk meregangkan potongan uji sampai putus, dinyatakan dengan satuan berat atau gaya per satuan luas penampang potongan uji sebelum diregangkan ( $\text{kg/cm}^2$  atau  $\text{N/m}^2$ ). Kondisi vulkanisasi yang tidak tepat akan menyebabkan vulkanisat kurang matang atau lewat matang. Pada suhu tertentu akan didapatkan waktu optimum proses vulkanisasi. Grafik hasil pengujian tegangan putus dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh waktu dan suhu vulkanisasi terhadap tegangan putus kompon karet yang dihasilkan

Apabila waktu pemanasan kurang dari waktu optimum itu maka ikatan silang yang terjadi belum optimal sehingga akan mempengaruhi sifat barang jadi karet maupun lateks. Tetapi apabila waktu pemanasan yang diberikan melebihi waktu yang optimum maka akan terjadi *over* vulkanisasi, yaitu terputusnya ikatan silang maupun ikatan dalam polimer karet itu sendiri (Rahmaniar, 2009). *Over* vulkanisasi ini terlihat secara visual yaitu dengan timbulnya sifat lengket pada karet. Pada range perlakuan lama waktu yang diberikan dalam penelitian ini belum menunjukkan gejala kelengketan.

Pada perlakuan kondisi suhu  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $T_1$ ) dan waktu vulkanisasi 10 menit ( $W_1$ ) memberikan nilai tegangan putus yang paling baik, hal ini terjadi karena pada

suhu  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $T_1$ ) dan waktu 10 menit ( $W_1$ ) sudah tercapai kondisi matang optimum. Reaksi *crosslinking* molekul karet sudah berlangsung dengan baik dan belum terjadi pemutusan ikatan karena pengaruh suhu maupun waktu yang akan dapat mengurangi nilai parameter tegangan putus kompon karet.

Suhu vulkanisasi yang semakin meningkat akan menyebabkan tegangan putus kompon karet akan semakin menurun, hal ini dikarenakan pada suhu  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ , reaksi kompon karet dengan bahan-bahan kimia tambahan sudah berlangsung dengan sempurna, sehingga dengan bertambahnya suhu maka akan terjadi *over* vulkanisasi yang memungkinkan terjadinya pemutusan ikatan pada kompon karet yang akan mengurangi nilai sifat fisik karet.

Pada proses vulkanisasi dengan waktu vulkanisasi selama 10 menit ( $W_1$ ), nilai tegangan putus mengalami penurunan yang tajam pada saat proses vulkanisasi dilakukan pada suhu  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $T_1$ ) sampai dengan  $140\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $T_2$ ), setelah itu mengalami sedikit penurunan saat proses vulkanisasi dilakukan pada suhu  $140\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $T_3$ ). Hal ini dikarenakan dengan waktu vulkanisasi yang lebih pendek (10 menit) kompon karet sudah mengalami reaksi vulkanisasi yang sempurna, sehingga bahan kimia pereaksi selanjutnya tidak bereaksi terlalu banyak yang akan mempengaruhi kualitas kompon karet.

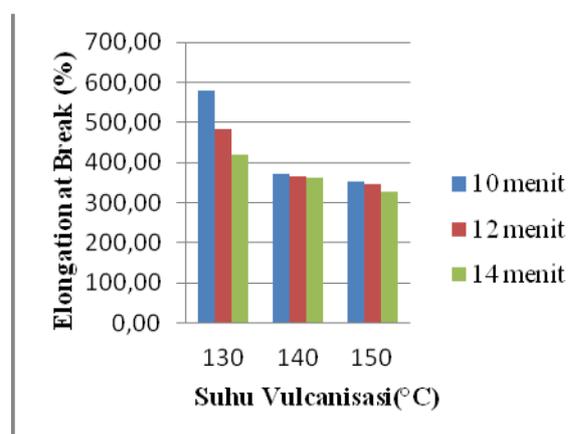
Pada suhu  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$  perlakuan waktu vulkanisasi pada setiap taraf suhu memberikan pengaruh sangat nyata terhadap nilai tegangan putus. Tegangan putus terbaik diperoleh pada proses vulkanisasi selama 10 menit dengan nilai tegangan putus sebesar  $175,67\text{ kg/cm}^2$ , sedangkan pada suhu  $140\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $T_2$ ) dan  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $T_3$ ) perubahan nilai parameter tegangan putus tidak begitu tajam. Pada suhu  $140\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan waktu vulkanisasi 14 menit ( $T_2W_3$ ) dan dengan waktu vulkanisasi 12 menit ( $T_2W_2$ ) nilai parameter tegangan putus tidak berbeda nyata demikian juga pada suhu  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan waktu vulkanisasi 12 menit ( $T_3W_2$ ) dan dengan waktu vulkanisasi 10 menit ( $T_3W_1$ ). Hal ini dikarenakan waktu matang optimum sudah tercapai pada perlakuan

suhu vulkanisasi 130 °C dan waktu vulkanisasi 10 menit ( $T_1W_1$ ). Jadi dengan bertambahnya waktu dan suhu proses vulkanisasi ketika waktu matang optimum sudah tercapai akan menurunkan nilai tegangan putus. Hal ini dikenal dengan istilah *scorching*/terlalu matang.

Dari hasil pengujian parameter tegangan putus, diperoleh data bahwa tegangan putus dengan nilai tertinggi pada perlakuan suhu 130 °C dan waktu vulkanisasi 10 menit ( $T_1W_1$ ) dengan nilai tegangan putus sebesar 175,67 kg/cm<sup>2</sup> atau 17,567 N/mm<sup>2</sup>. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) nilai parameter tegangan putus minimal untuk sol karet cetak adalah 5 N/mm<sup>2</sup> untuk mutu kelas 3, sedangkan untuk mutu kelas 2 dan kelas 1 adalah sebesar 11 N/mm<sup>2</sup> dan 16 N/mm<sup>2</sup>. Dengan demikian mutu kompon karet yang dihasilkan, untuk parameter tegangan putus memenuhi syarat SNI.

### B. Perpanjangan Putus (*elongation at break*)

Perpanjangan putus merupakan penambahan panjang suatu potongan uji bila diregangkan sampai putus, dinyatakan dengan % dari panjang potongan uji sebelum diregangkan.



Gambar 3. Pengaruh waktu dan suhu vulkanisasi terhadap perpanjangan putus kompon karet yang dihasilkan

Pengujian perpanjangan putus bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat tegangan dan regangan dari karet vulkanisat dan termoplastik termasuk penentuan *yield point* melalui kekuatan

dan penambahan panjang vulkanisat karet ketika mengalami penarikan sampai perpanjangan tertentu dan sampai putus. Hasil uji parameter perpanjangan putus disajikan pada Gambar 3. Percobaan ini dalam kehidupan sehari-hari dapat dijadikan patokan sebagai nilai ambang batas sol tersebut dapat tertarik.

Suhu vulkanisasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai parameter perpanjangan putus. Pada suhu 130 °C ( $T_1$ ), nilai perpanjangan putus berada pada titik tertinggi, hal ini terjadi karena pada suhu 130 °C proses vulkanisasi sudah mencapai titik matang optimum. Pada proses vulkanisasi reaksi yang terjadi adalah reaksi endotermis, jadi semakin tinggi suhu maka reaksi kimia akan lebih cepat, hal ini berkaitan dengan energi aktivasi. Energi aktivasi adalah energi kinetik minimum yang diperlukan untuk terjadinya tumbukan yang efektif. Semua molekul yang memiliki energi kinetik lebih besar dari energi minimum tersebut dapat melakukan reaksi.

Fraksi total molekul yang memiliki energi molekul dengan energi kinetik yang cukup untuk melakukan tumbukan yang efektif akan lebih besar pada suhu yang lebih besar. Sebagai hasilnya, jumlah molekul yang melakukan reaksi naik dengan kenaikan suhu dan dengan sendirinya akan menambah kecepatan reaksinya (Nur *et al.*, 2004). Disisi lain, dengan semakin naiknya suhu dan lamanya waktu vulkanisasi akan menyebabkan kompon karet menjadi lewat matang dan menjadi rusak, hal ini ditandai dengan menurunnya nilai parameter fisik seperti tegangan putus dan perpanjangan putus.

Nilai perpanjangan putus berbanding lurus dengan nilai tegangan putus. Semakin tinggi nilai tegangan putus berarti energi yang digunakan untuk memutuskan vulkanisat semakin besar, dan berarti pula ikatan silang yang terbentuk semakin banyak. Adanya ikatan silang yang lebih banyak menyebabkan elastisitas vulkanisat pun menjadi lebih baik, sehingga kemampuan vulkanisat untuk memanjang semakin bagus dan nilai perpanjangan putus semakin tinggi.

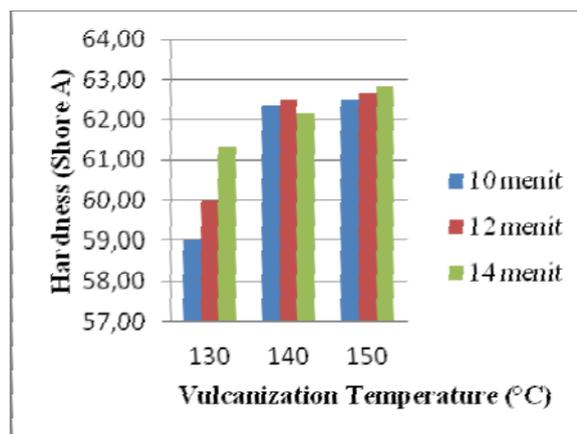
Analisis keragaman untuk perlakuan suhu 130 °C, 140 °C dan 150 °C dengan waktu 14 menit, 12 menit dan 10 menit menunjukkan faktor suhu memberikan pengaruh sangat nyata terhadap nilai parameter perpanjangan putus. Dalam pembuatan kompon sifat-sifat fisis dipengaruhi oleh bahan-bahan kimia yang dicampurkan. Pencampuran bahan baku karet alam dengan bahan kimia lain yang ditambahkan kurang homogen akan mengakibatkan waktu vulkanisasi menjadi lebih lama. Menurut Syamsu (2007) dalam produksi barang jadi karet untuk keperluan komersial seperti ban kendaraan dan barang jadi karet lainnya kecepatan vulkanisasi ini sangat diperhatikan sekali karena berkaitan dengan efisiensi energi yang digunakan dalam vulkanisasi, sehingga bila waktu optimum proses vulkanisasi sudah tercapai, maka proses tidak dilanjutkan lagi.

Interaksi antara suhu dan waktu vulkanisasi kompon karet terhadap parameter uji perpanjangan putus memberikan pengaruh yang sangat nyata. Nilai perpanjangan putus tertinggi dicapai pada kondisi suhu 130 °C dan waktu 10 menit ( $T_1W_1$ ) yaitu sebesar 578,33%, menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang sol karet cetak parameter perpanjangan putus, minimal 250% untuk mutu 1, 200% untuk mutu 2 dan 150% untuk mutu 3. Dengan demikian kompon karet yang dihasilkan dari pemanfaatan arang cangkang sawit sebagai bahan pengisi pengganti *carbon black* memberikan nilai parameter uji perpanjangan putus yang memenuhi syarat SNI.

**C. Kekerasan (*hardness*)**

Kekerasan suatu kompon bisa diartikan sebagai tekanan balik dari kompon pada saat kompon tersebut diberi tekanan. Kekerasan karet tergantung dari jenis atau jumlah bahan pengisi dan bahan pelunak yang digunakan pada penyusunan campuran vulkanisat. Bahan tambahan tersebut berpengaruh karena dengan penambahan bahan pengisi maka kerapatan ikatan silang akan naik, sehingga kompon karet menjadi semakin keras, sedangkan bahan pelunak

digunakan agar dapat memudahkan pengolahan karet mentah. Penambahan bahan pengisi dan bahan pelunak pada kompon karet disesuaikan dengan peruntukannya. Hal ini terjadi karena dengan semakin tinggi suhu vulkanisasi maka ikatan yang terbentuk antara molekul bahan pengisi dengan molekul karet semakin banyak, namun disisi lain dengan penambahan bahan pelunak maka akan melunakkan kompon dan akan menurunkan jumlah ikatan silang yang terbentuk. Hal ini dikarenakan bahan pelunak mengandung gugus oxiren yang akan berikatan pada ikatan rangkap yang terdapat pada rantai poliisoprene sehingga ikatan rangkap akan putus (Thomas, 2005). Pada Gambar 4 terlihat bahwa kekerasan kompon karet yang dihasilkan meningkat seiring dengan naiknya suhu vulkanisasi.



Gambar 4. Pengaruh waktu dan suhu vulkanisasi terhadap kekerasan kompon karet yang dihasilkan

Untuk semua perlakuan suhu dan waktu memberikan pengaruh sangat nyata terhadap parameter kekerasan.

Pada proses vulkanisasi dengan lama waktu 10 menit, 12 menit dan 14 menit, dengan semakin naiknya suhu vulkanisasi, maka nilai parameter kekerasan kompon karet akan semakin naik. Pada waktu 10 menit dan 12 menit, perlakuan suhu berpengaruh sangat nyata terhadap parameter kekerasan tapi pada parameter waktu 14 menit perlakuan suhu tidak memberikan pengaruh nyata. Hal ini terjadi karena kekerasan karet sangat dipengaruhi oleh jumlah bahan pengisi

dan bahan pelunak yang ditambahkan, serta bentuk dari bahan pengisi tersebut. Semakin lama waktu reaksi, maka jumlah bahan pengisi (*filler*) yang bereaksi dengan partikel karet akan semakin banyak sehingga kekerasan meningkat.

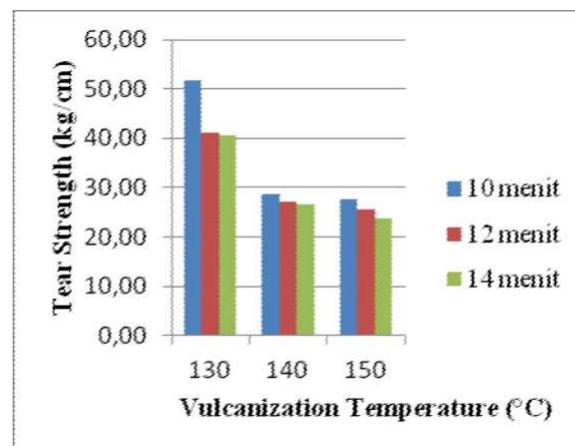
Pada suhu vulkanisasi 130 °C ( $T_1$ ) pengaruh dari perlakuan waktu vulkanisasi berbeda sangat nyata, sedangkan selebihnya pada suhu vulkanisasi 140 °C dan suhu 150 °C, perlakuan waktu tidak memberikan perbedaan nyata terhadap parameter kekerasan. Penurunan kerapatan ikatan silang akan menurunkan kekerasan vulkanisat, kekerasan juga dipengaruhi oleh ikatan silang dan struktur ikatan silang yang terdapat pada vulkanisat. Kekerasan akan meningkat dengan meningkatnya kerapatan ikatan silang. Sebaliknya akan menurun jika kerapatan ikatan silang menurun (Juleha, 1992). Pada suhu vulkanisasi yang lebih tinggi ikatan silang yang terbentuk lebih banyak sehingga nilai parameter kekerasan lebih tinggi, namun akan mencapai pada titik maksimal dimana parameter kekerasan tidak akan bertambah lagi.

Nilai kekerasan tertinggi dicapai pada kondisi suhu 150 °C dan waktu 14 menit ( $T_3W_3$ ) yaitu sebesar 62,83 Shore A, menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang sol karet cetak parameter kekerasan memiliki kisaran nilai antara 55-80 Shore A untuk mutu 1, mutu 2 dan mutu 3. Dengan demikian kompon karet yang dihasilkan dari pemanfaatan arang cangkang sawit sebagai bahan pengisi pengganti *carbon black* memberikan nilai parameter uji kekerasan yang memenuhi syarat SNI.

#### D. Ketahanan Sobek (*tear strength*)

Parameter ketahanan sobek menunjukkan tenaga yang dibutuhkan untuk menyobek vulkanisat karet dengan satuan Kg/cm atau N/cm. Kekuatan sobek akan terus meningkat sejalan dengan pertambahan jumlah ikatan silang pada proses vulkanisasi, tetapi nilai ketahanan sobek ini akan menurun apabila sudah mencapai titik optimum. Penurunan ketahanan sobek ini terjadi pada saat nilai

kekuatan tarik baru akan mencapai titik optimum (Eirich, 1978).



Gambar 5. Pengaruh waktu dan suhu vulkanisasi terhadap ketahanan sobek kompon karet yang dihasilkan

Ketahanan sobek dipengaruhi oleh waktu dan suhu vulkanisasi. Pada perlakuan suhu 130 °C ( $T_1$ ) dan waktu vulkanisasi 10 menit ( $W_1$ ) memberikan nilai ketahanan sobek yang paling baik, hal ini terjadi karena pada suhu 130 °C ( $T_1$ ) dan waktu 10 menit ( $W_1$ ) sudah tercapai kondisi matang optimum, sehingga reaksi *crosslinking* (ikatan silang) molekul karet sudah berlangsung dengan baik dan belum terjadi pemutusan ikatan karena pengaruh suhu maupun waktu.

Apabila suhu vulkanisasi semakin naik dan waktu vulkanisasi semakin lama, maka akan meningkatkan kekerasan dan kekakuan vulkanisat. Semakin tinggi kekerasannya maka akan semakin rendah ketahanan sobeknya.

Pada suhu 130 °C dan 140 °C perlakuan waktu vulkanisasi ( $W_3$ ) dan ( $W_2$ ) tidak berbeda nyata tapi berbeda nyata dengan ( $W_1$ ), sedangkan pada suhu 150 °C semua perlakuan waktu berbeda nyata. Ketahanan sobek terbaik diperoleh pada proses vulkanisasi dengan waktu vulkanisasi selama 10 menit.

Ketahanan sobek dengan nilai tertinggi pada perlakuan suhu 130 °C dan waktu vulkanisasi 10 menit ( $T_1W_1$ ) dengan nilai ketahanan sobek sebesar 51,67 kg/cm<sup>2</sup> atau 5,167 N/mm<sup>2</sup>. Menurut standar nasional Indonesia (SNI) nilai

parameter ketahanan sobek minimal untuk sol karet cetak adalah 3.5 N/mm<sup>2</sup> untuk mutu kelas 3, sedangkan untuk mutu kelas 2 dan kelas 1 adalah sebesar 4 N/mm<sup>2</sup> dan 6 N/mm<sup>2</sup>. Dengan demikian mutu kompon karet yang dihasilkan untuk parameter ketahanan sobek memenuhi syarat SNI untuk sol karet cetak di mutu kelas 2 dan 3.

### KESIMPULAN

Waktu dan suhu vulkanisasi pada proses pembuatan kompon karet berpengaruh terhadap kualitas kompon karet yang dihasilkan. Selain itu pembuatan kompon sol karet cetak dengan memanfaatkan hasil samping pabrik kelapa sawit berupa arang cangkang sawit sebagai bahan pengisi pengganti *carbon black*, dapat menghasilkan kompon yang memenuhi syarat SNI dengan hasil uji parameter fisika terbaik pada suhu vulkanisasi 130 °C (T<sub>1</sub>) dengan waktu vulkanisasi 10 menit (W<sub>1</sub>) dengan spesifikasi mutu tegangan putus 175,67 kg/cm<sup>2</sup>, perpanjangan putus 578,33%, kekerasan 59 shore A dan kekuatan sobek 51,67 kg/cm<sup>2</sup>.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada Prof. Rindit Pambayun dan Dr. Agus Wijaya atas arahan dan motivasi yang diberikan, Dr. Hari Adi Prasetya atas kesempatan dan dukungannya, Universitas Sriwijaya dan Baristand Industri Palembang, dan semua pihak yang telah mendukung penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2007). *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kelapa Sawit*. Jakarta: Departemen Pertanian. ... hlm.
- Eirich, Fredeick R. (1978). *Science and Technology of Rubber*. Polytechnic Institute of New York. Brooklyn. New York. pp 323.
- Ghosh, P., S. Katare, P. Patkar, J. M. Caruthers, and V. Venkatasubramanian. (2003). Sulfur Vulcanization of Natural Rubber for Benzothiazole Accelerated Formulations: from Reaction Mechanisms to A Rational Kinetic Model. *Rubber Chemistry and Technology* 76(3): 592–693.
- Juleha, S. E. (1992). *Analisis Tingkat Swelling Vulkanisat Karet Alam dengan Berbagai Sistem Vulkanisasi*. Institut Pertanian Bogor.
- Kusnata, T. (1976). *Pengujian Fisika pada Karet*. Balai Penelitian Perkebunan Bogor.
- Nur, A., Zaenal A. M., Suminar S. A., Purwantiningsih. (2004). *Kimia Dasar 2*. Departemen Kimia FMIPA IPB. Bogor.
- Olewi, J. K., M. S. Hamza, and N. A. Nassir. (2011). A Study of The Effect of Carbon Black Powder on The Physical Properties of SBR/NR Blends Used In Passenger Tire Treads. *Eng. & Tech. Journal* 29(5): 856–870.
- Pujiastuti, L. (2007). *Pengaruh Waktu dan Suhu Vulkanisasi pada Pembuatan Kasur dari Serat Sabut Kelapa Berkaret*. Skripsi, Fakultas Pertanian. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Rahmaniar. (2009). *Pengaruh Penambahan Minyak Kemiri Epoksi pada Kompon Karet Vulkanisir Ban*. Tesis, Fakultas Pertanian. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Rahmawati. (2009). *Pengaruh Komposisi Arang Cangkang Kelapa Sawit dan Hitam Arang (Carbon Black) terhadap Kualitas Kompon Karet Sol Sepatu*. Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Statistik Perkebunan Indonesia. (2011). *Potensi Kelapa Sawit Sumatera Selatan*. Departemen Pertanian. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Syamsu, Y. (2007). *Pengetahuan Dasar Elastomer. Makalah Kursus Teknologi Barang Jadi Karet*. Balai Penelitian Teknologi Karet. Bogor.
- Thomas, J. (2005). *Pengujian Sifat Fisika Barang Jadi Karet*. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.