

**KARAKTERISTIK KOMPON KARET DENGAN BAHAN PENGISI ARANG AKTIF
TEMPURUNG KELAPA DAN NANO SILIKA SEKAM PADI**

**CHARACTERISTICS OF RUBBER COMPOUND WITH THE FILLERS OF ACTIVATED COCONUT
SHELL CARBON AND NANO-SIZED SILICA FROM RICE HUSKS**

Popy Marlina*, Filli Pratama, Basuni Hamzah, Rindit Pambayun

Program Doktor Bidang Kajian Utama Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya
Jl. Padang Selasa No.524. Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia
E-mail: popy_marlina@yahoo.co.id

Makalah: Diterima 10 Februari 2014; Diperbaiki 19 Mei 2014; Disetujui 14 Agustus 2014

ABSTRACT

The objective of the research was to the characterize rubber compound added with the fillers of activated coconut shell carbon and nano silica from rice husks. The experiment was done based on factorial completely randomized design with two factors as treatments with three replications. The first factor was the concentration of activated coconut shell carbon (0, 10, 20, 30, 40 and 50 phr), and the second factor was nano-sized (350 to 400 nm in diameter) silica from rice husks (50, 40, 30, 20, 10 and 0 phr). The parameters measured included the hardness, tensile strength, elongation at break, and abrasion resistance. The results showed that the addition of activated coconut shell carbon and nano-sized silica from rice husks, as well as the interactions had highly significant effect on all parameters. The hardness of rubber compounds ranged from 24 to 58 Shores A, the tensile strength were 15 to 71 N/m², the elongation at break were 108 to 689%, and the abrasion resistances ranged 427 to 1002 cm³. The addition of activated coconut shell carbon and nano-sized silica from rice husk increased the hardness, decreased the tensile strength, elongation at break and abrasion resistance of the rubber compound. The treatment of A₂S₂ (10phr of activated coconut shell carbon and 40 phr of nano-sized silica from rice husk), A₄S₆ (30phr of activated coconut shell carbon and 0 phr of nano-sized silica from rice husk) and A₅S₅ (40phr of activated coconut shell carbon and 10 phr of nano-sized silica from rice husk), met the requirements of the Indonesian National Standards for pads dock rubber compound (SNI 06-3568-2006).

Keywords: coconut shell, rice husk, rubber compound, silica

ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk menganalisis karakteristik kompon karet dengan bahan pengisi arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan dua faktor perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang tiga kali. Faktor pertama adalah konsentrasi arang aktif tempurung kelapa (0 phr, 10 phr, 20 phr, 30 phr, 40 phr dan 50 phr) dan faktor kedua adalah konsentrasi nano silika (ukuran partikel 350 – 400 nm) sekam padi (50 phr, 40 phr, 30 phr, 20 phr, 10 phr dan 0 phr). Parameter yang diuji kekerasan, tegangan putus, perpanjangan putus, dan ketahanan kikis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi arang aktif tempurung kelapa, nano silika sekam padi dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kekerasan, tegangan putus, perpanjangan putus, dan ketahanan kikis yang ditambahkan dalam pembuatan kompon karet. Nilai kekerasan kompon karet berkisar antara 24-58 Shores A, kekuatan tarik berada di kisaran 15-71 N/m², dengan perpanjangan putus berada di 108-689%, dan ketahanan abrasi berkisar dalam 427-1002 cm³. Peningkatan penambahan arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi meningkatkan kekerasan kompon karet, penurunan kekuatan tarik, perpanjangan putus dan ketahanan abrasi dari senyawa karet. Perlakuan A₂S₂ (konsentrasi arang aktif tempurung kelapa 10 phr dan konsentrasi nano silika sekam padi 40 phr), A₄S₆ (campuran arang aktif tempurung kelapa 30 phr dan nanosilika sekam padi 0 phr) dan A₅S₅ (campuran arang aktif tempurung kelapa 40 phr dan nanosilika sekam padi 10 phr), memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia untuk kompon karet bantalan dermaga (SNI 06-3568-2006).

Kata kunci: tempurung kelapa, sekam padi, kompon karet, silika

PENDAHULUAN

Karet alam merupakan polimer isoprena (C₅H₈) yang mempunyai bobot molekul besar. Struktur dasar karet alam adalah cis-1,4 poliisoprena yang disintesis secara alami melalui polimerisasi

enzimatik isopentilpirofosfat, dengan isoprene merupakan produk degradasi utama senyawa karet (Rahman, 2005; Mhardela, 2009; Peng, 2007). Karet alam mengandung beberapa bahan antara lain hidrokarbon, protein, glikolipid, karbohidrat, garam organik, mineral, enzim, fosfolipid dan berbagai

bahan lain (Yuniari *et al.*, 2001; Muis, 2010; Kusuma, 2011). Semua jenis karet adalah polimer tinggi dan mempunyai susunan kimia yang berbeda dan memungkinkan untuk diubah menjadi bahan-bahan yang bersifat elastis (Blow dan Hepburn, 1982; Nagdi, 1993). Karet alam dapat diolah menjadi beberapa bentuk seperti bokar (bahan olah karet), lateks pekat, karet bongkah, karet spesifikasi teknis atau karet remah (*crumb rubber*) (Kusuma, 2011). Bentuk karet alam lainnya digunakan sebagai bahan baku kompon padat untuk pembuatan aneka barang jadi karet.

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. Pencampuran dimulai dengan mastikasi (pelunakan), kemudian ditambahkan bahan-bahan penyusun kompon dengan jenis dan jumlah tertentu sesuai kemampuan proses, ketersediaan biaya dan sifat fisik akhir vulkanisat yang diinginkan (Rihayat, 2007; Chuayjuljit *et al.*, 2004; Sayekti, 1999).

Carbon black adalah jenis bahan pengisi yang paling umum digunakan dalam pembuatan kompon karet. Bahan pengisi *carbon black* memberikan efek penguatan terhadap sifat fisik vulkanisat terutama yang ukuran butirannya kecil (Boonstra, 2005; Mahendra, 2007; Omofuma *et al.*, 2011). Penambahan *carbon black* akan mempengaruhi sifat kompon, viskositas dan kekuatan kompon akan bertambah, namun penggunaan *carbon black* mempunyai kelemahan, yaitu daya lekat kompon akan berkurang. Hal ini membuat *carbon black* tidak kompak dengan bahan penyusun lainnya pada saat pencampuran.

Seiring dengan keterbatasan minyak bumi dan isu pentingnya pengurangan efek emisi karbondioksida yang timbul dalam proses pembuatan kompon karet berbahan turunan dari minyak bumi (Rahardjo, 2009; Syarkawi dan Aziz, 2005), maka penelitian dilaksanakan menggunakan bahan pengisi dari unsur bukan minyak bumi untuk pembuatan kompon karet. Bahan pengisi yang berasal dari limbah pertanian seperti tempurung kelapa dan sekam padi berpotensi digunakan sebagai bahan pengisi kompon karet. Masing-masing limbah pertanian tersebut memiliki karakteristik yang berbeda. Namun demikian, melalui pengolahan atau formulasi tertentu, diharapkan dapat menghasilkan kompon karet yang lebih baik (elastisitas tinggi dan kuat).

Tempurung kelapa secara kimiawi memiliki komposisi kimiawi yang tersusun dari lignin, selulosa dan hemiselulosa, dengan komposisi yang berbeda-beda (Hamid, 2008; Sapuan *et al.*, 2005; Hussenisyah dan Zakaria, 2011). Arang aktif tempurung kelapa diperoleh dari proses pirolisis tempurung kelapa dan diaktivasi dengan

menggunakan bahan kimia. Arang aktif tempurung kelapa mengandung gugus aktif hidroksil (OH) yang akan berinteraksi dengan molekul yang ada dalam karet, Untuk membentuk kompon karet yang elastis dan kuat maka diperlukan silika selain arang aktif. Silika yang ditambahkan berukuran nano, yang diharapkan dapat mengisi rongga kosong setelah arang aktif tempurung kelapa berikatan dengan kompon karet. Interaksi bahan pengisi dan karet dijelaskan oleh kesesuaian bahan pengisi dengan karet, aksi bahan pengisi sendiri dan kemampuan membentuk sebuah jaringan (Haghigat *et al.*, 2007).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik kompon karet dengan bahan pengisi arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi (ukuran 350-400 nm) yang ditambahkan dalam pembuatan kompon karet dan mendapatkan suatu formulasi kompon karet dengan bahan pengisi arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi yang ditambahkan dalam pembuatan kompon karet yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempurung kelapa yang diperoleh dari pasar tradisional di Kota Palembang, sekam padi yang diperoleh dari Kecamatan Belitang, Kabupaten OKU Timur, *Standard Indonesian Rubber* (SIR) 20 dari PT Badja Baru Palembang dan karet *Nitro Butadiena Rubber* (NBR) diperoleh dari toko bahan kimia karet Bandung. Bahan kimia yang digunakan untuk pembuatan arang aktif antara lain H_3PO_4 10%, larutan iod, dan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N. Bahan-bahan kimia untuk pembuatan kompon karet antara lain minyak minarek, sulfur, *carbon black*, *trimethyl quinon* (TMQ), asam stearat, ZnO, *Butyl Hydroxy Toluena* (BHT), *N-Cyclohexyl-2-benzothiazylsulfenamide* (CBS), dan *cumaron resin*. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Furnace* (Nabertherm), kertas saring, corong kaca, dan gelas kimia, timbangan (Metler P1210), *open mill* L 40 cm D18 cm kapasitas 1 kg, *cutting scraft* besar, alat press, cetakan *sheet*, *autoclave*, dan gunting, *Rheometer*, *Hardness Tester*, Tensometer, *DIN Abrader*, Oven dan timbangan.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam 2 (dua) tahap, yaitu 1) pembuatan kompon karet dan 2) pengujian sifat fisik kompon karet.

Pembuatan Kompon Karet

Pembuatan kompon karet dilakukan menurut Thomas (2005) dengan tahapan proses sebagai berikut:

Penimbangan

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

Mixing (pencampuran)

Proses pencampuran dilakukan dalam gilingan terbuka (*open mill*), yang telah dibersihkan. Selanjutnya *Crumb rubber* (SIR 20) dimastikasi selama 1 hingga 3 menit, dilanjutkan mastikasi *Nitro Butadiena Rubber* (NBR) selama 1 hingga 3 menit. Setelah proses mastikasi, dilakukan proses pencampuran polimer dengan bahan kimia sebagai berikut :

- Bahan pengikat/aktifator, ZnO dan asam stearat ditambahkan, dipotong setiap sisi satu sampai tiga kali selama 2-3 menit.
- Antioksidan *Tri Methyl Quinon* (TMQ), resin dan bahan bantu lain ditambahkan, dipotong setiap sisi sampai 3 kali selama 2–3 menit.
- Sebagian *filler* (pengisi) (arang aktif tempurung kelapa dan silika sekam padi) (sesuai rancangan percobaan), bahan pelunak (*softener*) minyak minarek ditambahkan, setiap sisi dipotong sampai dua atau tiga kali selama 3 hingga 8 menit.
- Sisa *filler* ditambahkan dan dipotong setiap sisi dua atau tiga kali selama 3 hingga 8 menit.
- *Accelerator* CBS ditambahkan, setiap sisi dipotong dua atau tiga kali selama 1 hingga 3 menit.
- Vulkanisator (sulfur) ditambahkan dan giling selama 2-3 menit.
- Kompon dikeluarkan dari *open mill* dan ditentukan ukuran ketebalan lembaran kompon dengan menyetel jarak *roll* pada cetakan *sheet*, dikeluarkan dan diletakkan diatas plastik transaran dan kompon dipotong disesuaikan dengan barang jadi yang akan dibuat.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap yang disusun secara faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi penambahan bahan pengisi arang aktif tempurung kelapa, dan faktor ke dua adalah konsentrasi nano silika sekam padi. Adapun rincian faktor perlakuan adalah sebagai berikut:

Faktor Pertama (A):

Konsentrasi bahan pengisi arang aktif tempurung kelapa ukuran 400 mesh, yaitu :

- A_1 = arang aktif tempurung kelapa 0 phr
- A_2 = arang aktif tempurung kelapa 10 phr
- A_3 = arang aktif tempurung kelapa 20 phr
- A_4 = arang aktif tempurung kelapa 30 phr
- A_5 = arang aktif tempurung kelapa 40 phr
- A_6 = arang aktif tempurung kelapa 50 phr

Faktor ke dua (S):

Konsentrasi nano silika sekam padi ukuran 350- 400 nm, yaitu :

- S_1 = nano silika sekam padi = 50 phr
- S_2 = nano silika sekam padi = 40 phr
- S_3 = nano silika sekam padi = 30 phr
- S_4 = nano silika sekam padi = 20 phr
- S_5 = nano silika sekam padi = 10 phr
- S_6 = nano silika sekam padi = 0 phr

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

$$Y = \mu + \alpha + \beta + \alpha\beta + \varepsilon$$

dengan:

- Y = nilai pengamatan
- μ = nilai rata-rata
- α = pengaruh konsentrasi arang aktif tempurung kelapa
- β = pengaruh konsentrasi nano silika sekam padi
- $\alpha\beta$ = pengaruh konsentrasi arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi
- ε = galat percobaan

Signifikansi pada analisis keragaman dilakukan dengan membandingkan F_{hitung} dengan F_{tabel} pada taraf uji 1%. Apabila hasil analisis keragaman menunjukkan F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} maka dilanjutkan dengan uji lanjut, berupa uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

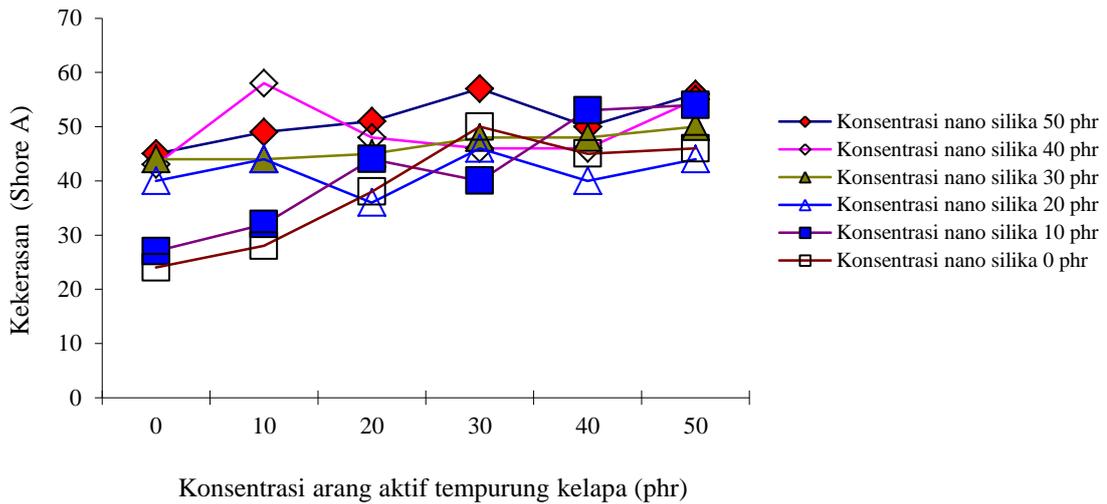
Pengujian Sifat Fisik Kompon Karet

Pengujian sifat fisik kompon karet meliputi meliputi kekerasan (ASTM D. 2240-1997), tegangan putus (ISO 37, 1994), perpanjangan putus (ISO 37, 1994) dan ketahanan kikis. Perlakuan yang berpengaruh nyata dilakukan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) taraf 1%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekerasan (*Shore A*)

Uji kekerasan (*hardness*) dilakukan untuk mengetahui besarnya kekerasan vulkanisat karet, dilakukan dengan kekuatan penekanan tertentu. Nilai kekerasan kompon karet semakin besar menunjukkan bahwa kompon karet semakin keras (semakin tidak elastis). Hasil pengujian kekerasan kompon karet terendah diperoleh pada perlakuan A_1S_6 (campuran arang aktif tempurung kelapa 0 phr dan nanosilika sekam padi 50 phr) yaitu 24 Shore A dan hasil pengujian kompon karet tertinggi diperoleh pada perlakuan A_2S_2 (campuran arang aktif tempurung kelapa 10 phr dan nanosilika sekam padi 40 phr), yaitu sebesar 58 Shore A. Hasil pengujian kekerasan kompon karet seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kekerasan komponen karet (Shore A)

Analisis keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi arang aktif tempurung kelapa ($F_{tabel} = 79,05$ dan F_{hitung} taraf 1% = 3,28) dan nano silika sekam padi ($F_{tabel} = 86,02$ dan F_{hitung} taraf 1% = 3,28) serta interaksi keduanya ($F_{tabel} = 18,94$ dan F_{hitung} taraf 1% = 2,04) memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kekerasan komponen karet.

Semakin kecil konsentrasi arang aktif tempurung kelapa dan semakin besar konsentrasi nano silika sekam padi yang ditambahkan maka semakin besar nilai kekerasan komponen karet, dengan kata lain komponen karet akan semakin kuat dan elastis. Arang aktif tempurung kelapa memiliki gugus aktif hidroksil (OH) (Budiono *et al.*, 2009), sehingga akan terjadi interaksi antara gugus hidroksil pada permukaan arang dengan molekul karet. Nilai kekerasan dipengaruhi juga oleh banyaknya bahan pengisi, ukuran partikel dan struktur molekul (Peng, 2007). Silika sekam padi mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil, yaitu 350 – 400 nm. Semakin kecil ukuran partikel, pori-pori nano silika sekam padi akan semakin besar, maka luas permukaan nano silika semakin bertambah. Bertambahnya luas permukaan ini mengakibatkan semakin meningkatnya kemampuan berinteraksi dengan molekul karet lebih baik, sehingga komponen lebih kaku dan keras. Selain itu, kekerasan komponen karet terjadi karena adanya reaksi ikatan silang antara gugus aldehida pada rantai poliisoprena (1-6 per-rantai) dengan gugus aldehida terkondensasi yang ada di dalam bahan bukan karet (Refrizon, 2003). Nano silika sekam padi mempunyai sifat yang lebih padat dan keras sehingga makin banyak ditambahkan ke dalam karet akan meningkatkan kekerasan. Selain itu makin banyak ikatan yang terbentuk antara molekul karet dengan bahan pengisi menyebabkan komponen karet lebih kaku dan keras (Nurhajati *et al.*, 1999).

Interaksi arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi menghasilkan perlakuan terbaik kekerasan komponen karet pada 3 (tiga) perlakuan yaitu perlakuan A_2S_2 sebesar 58 Shore A, A_4S_6 sebesar 50 Shore A dan A_5S_5 sebesar 53 Shore A. Perlakuan tersebut dipilih berdasarkan nilai kekerasan beberapa komponen karet. Syarat mutu kekerasan beberapa komponen karet sesuai Standard Nasional Indonesia (SNI), dapat dilihat pada Tabel 1.

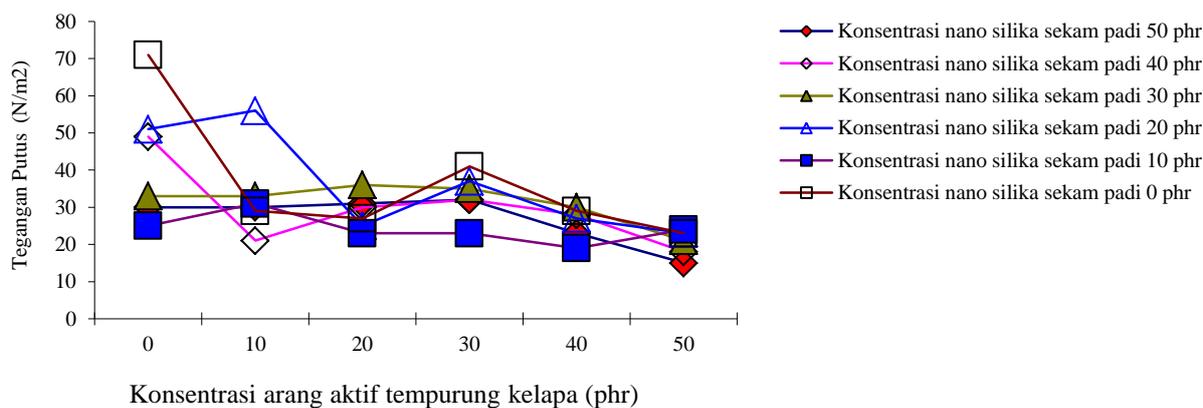
Kekerasan komponen karet akan meningkat biasanya pada penggabungan bahan pengisi, terutama ketika ukuran partikel bahan pengisi besar. Ukuran partikel arang aktif yang lebih besar (400 mesh) dari ukuran partikel nano silika sekam padi (350-400 nm) pada interaksi tersebut, menghasilkan kekerasan yang lebih besar. Ukuran partikel yang besar akan menghalangi gerakan matriks karet ketika matriks dikenakan lekukan, akibatnya lekukan karet meningkat (Chuayjuljit *et al.*, 2004; Omofuma *et al.*, 2011). Kekerasan karet tergantung jumlah dari jenis bahan pengisi atau jumlah dan jenis bahan penunjang lain yang digunakan dalam penyusunan campuran (kompon), dengan demikian kekerasan suatu vulkanisasi dapat diatur menurut kehendak. Kekerasan merupakan sifat yang sangat mempengaruhi penampilan dan ketahanan barang jadi karet.

Tegangan Putus (N/mm^2)

Tegangan putus merupakan besarnya beban yang diperlukan untuk meregangkan potongan uji komponen karet sampai putus, dinyatakan dengan kg untuk setiap cm^2 luas penampang potongan uji sebelum diregangkan. Jika nilai tegangan putus semakin besar, menunjukkan bahwa komponen karet semakin elastis. Hasil pengujian tegangan putus komponen karet dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Persyaratan mutu kompon karet

No.	Jenis Pengujian	Syarat Mutu			
		Kompon Lis Kaca Kendaraan Bermotor SNI 06-1490-1989	Kompon Bantalan Dermaga SNI 06-3568-2006	Karet Pegangan Stang Kendaraan Bermotor SNI 06-7031-2004	Kompon Pasaran
1.	Kekerasan (<i>Shore A</i>)	70 ± 5	50 - 80	70 ± 5	55-75
2.	Tegangan Putus (N/mm^2)	Min. 10	Min. 15	Min. 70	Min. 70
3.	Perpanjangan Putus (%)	Min.200	Min. 300	Min.200	Min. 245
4.	Ketahanan Kikis (cm^3)	-	-	-	400-600

Gambar 2. Tegangan putus (N/mm^2) kompon karet

Hasil pengujian tegangan putus pada kompon karet hasil penelitian nilai tertinggi terdapat pada perlakuan perlakuan A_1S_6 (campuran arang aktif tempurung kelapa 0 phr dan nanosilika sekam padi 50 phr) yaitu $71 N/mm^2$ dan hasil pengujian kompon karet terendah diperoleh pada perlakuan A_6S_1 (campuran arang aktif tempurung kelapa 50 phr dan nanosilika sekam padi 0 phr), yaitu sebesar $15 N/mm^2$. Analisis keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi arang aktif tempurung kelapa ($F_{tabel} = 311,91$ dan F_{hitung} taraf 1% = 3,28) dan nano silika sekam padi ($F_{tabel} = 135,07$ dan F_{hitung} taraf 1% = 3,28) serta interaksi keduanya ($F_{tabel} = 65,08$ dan F_{hitung} taraf 1% = 2,04) memberikan pengaruh sangat nyata terhadap tegangan putus kompon karet.

Berdasarkan Gambar 2 peningkatan penambahan arang aktif tempurung kelapa pada pembuatan kompon karet dari 0 phr menjadi 50 phr menurunkan nilai tegangan putus, dari $71 N/mm^2$ menjadi $21 N/mm^2$. Hal ini disebabkan jenuhnya molekul karet yang dapat berikatan dengan arang aktif tempurung kelapa. Semakin kecil jumlah arang aktif tempurung kelapa yang ditambahkan semakin tinggi tegangan putus kompon karet. Ini dimungkinkan terjadinya interaksi secara fisika maupun kimia dengan baik. Secara fisika terjadi adsorpsi molekul karet melalui tenaga *van der Waals*, sedangkan secara kimia terbentuk ikatan antara karet dengan gugus fungsional pada

permukaan carbon (Byers, 1987; Herminiwati dan Nurhajati, 2005).

Penambahan nano silika sekam padi semakin kecil akan menurunkan nilai tegangan putus kompon karet. Hal ini disebabkan semakin kecil ukuran partikel yang digunakan, maka penambahan dengan jumlah yang semakin besar akan semakin sulit untuk mencampurkannya dalam kompon, sehingga diperlukan waktu pencampuran yang lebih lama, menyebabkan kompon mudah mengalami kekosongan, dan berdampak pada karakteristik kompon karet, yaitu tegangan putus kompon karet akan menurun sehingga daya elastisnya berkurang.

Interaksi arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi untuk semua perlakuan menghasilkan tegangan putus kompon karet yang memenuhi syarat mutu tegangan putus kompon karet sesuai Standard Nasional Indonesia (SNI) untuk bantalan dermaga (Tabel 1).

Karet alam merupakan polimer yang terdiri dari unit-unit isoprene (C_5H_8) dan tiap unit isopren terdapat satu ikatan ganda. Ikatan ganda tersebut dan gugus $C_{1\alpha}$ metilen adalah gugus reaktif untuk terbentuknya ikatan kimia. Ikatan yang terbentuk mengakibatkan vulkanisat kaku dan kuat sehingga memerlukan tenaga yang besar bila ditarik. Nano silika sekam padi mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil dibanding arang aktif tempurung kelapa, sehingga dapat terdispersi dengan baik dan merata

dalam kompon karet. Selain itu adanya gugus silanol (= Si-OH) pada nano silika sekam padi yang bereaksi dengan gugus hidroksi pada permukaan arang aktif tempurung kelapa dan gugus silika dengan molekul karet, sehingga interaksi dan terbentuknya ikatan silang makin besar. Gambar Matrik Karet, arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi dapat dilihat pada Gambar 3.

Perpanjangan Putus (%)

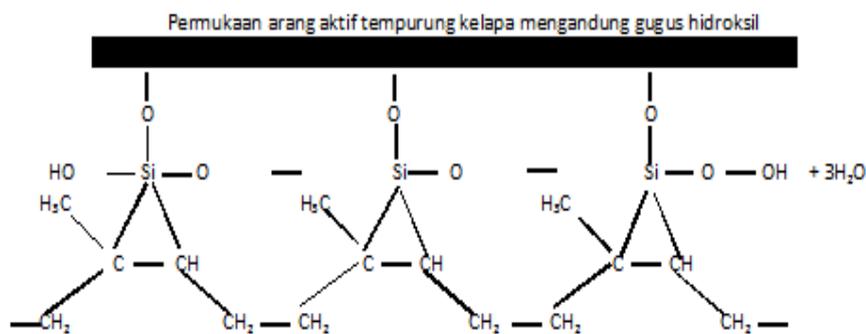
Perpanjangan putus merupakan pertambahan panjang suatu potongan uji kompon karet bila diregangkan sampai putus, dinyatakan dengan persentase dari panjang potongan uji sebelum diregangkan. Pengujian perpanjangan putus kompon karet bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat tegangan dan regangan dari karet vulkanisat dan thermoplastik dan termasuk penentuan *yield point* melalui kekuatan dan pertambahan panjang vulkanisat karet ketika mengalami penarikan sampai perpanjangan tertentu dan sampai putus.

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 A₁S₆ (campuran arang aktif tempurung kelapa 0 phr dan nanosilika sekam padi 50 phr) yaitu 689% dan hasil pengujian kompon

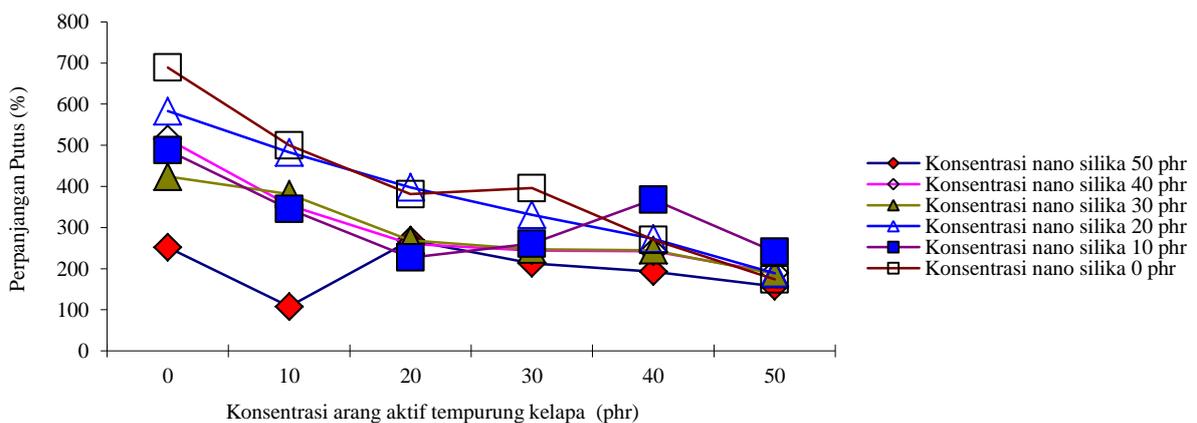
karet terendah diperoleh pada perlakuan A₂S₁ (campuran arang aktif tempurung kelapa 10 phr dan nanosilika sekam padi 50 phr), yaitu sebesar 108%. Hasil pengujian perpanjangan putus kompon karet dapat dilihat pada Gambar 4.

Analisis keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi arang aktif tempurung kelapa ($F_{tabel} = 63539,29$ dan F_{hitung} taraf 1% = 3,28) dan nano silika sekam padi ($F_{tabel} = 30662,63$ dan F_{hitung} taraf 1% = 3,28) serta interaksi keduanya ($F_{tabel} = 4980,32$ dan F_{hitung} taraf 1% = 2,04) memberikan pengaruh sangat nyata terhadap perpanjangan putus kompon karet.

Peningkatan penambahan arang aktif tempurung kelapa pada pembuatan kompon karet dari 0 phr menjadi 50 phr menurunkan nilai perpanjangan putus, dari 689% menjadi 241%. Penambahan nano silika sekam padi yang semakin kecil menurunkan nilai perpanjangan putus kompon karet. Penurunan perpanjangan putus disebabkan karena terbentuknya ikatan-ikatan antara molekul karet dengan gugus hidroksi pada permukaan arang aktif tempurung kelapa. Banyaknya ikatan yang terbentuk akan mengurangi keeluasaan gerak rantai polimer, menyebabkan viskositas kompon meningkat, kompon menjadi kaku, keras dan elastisitasnya turun (Chuayjuljit *et al.*, 2004; Phrommedetch dan Pattamaprom, 2010).



Gambar 3. Matrik karet, arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi



Gambar 4. Perpanjangan putus (%) kompon karet

Selain itu, makin banyak bahan pengisi yang ditambahkan, perpanjangan putus turun karena dimungkinkan terjadinya aglomerasi agregat akibat tidak semua arang aktif tempurung kelapa dapat berikatan dengan molekul karet. Keadaan tersebut disebabkan karena jenuhnya molekul karet sehingga vulkanisat ditarik akan mudah putus. Makin tinggi struktur bahan pengisi semakin banyak ruang kosong yang dapat dimasuki oleh molekul karet sehingga gerak rantai polimer terhambat dan terjadinya aglomerasi agregat pada karet, yaitu menjadi jenuhnya molekul karet sehingga tidak semua bahan pengisi terikat. Peristiwa ini akan menyebabkan vulkanisat mudah putus apabila ditarik dan mengakibatkan penurunan elastisitas (Herminiwati *et al.*, 2003).

Interaksi arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi menghasilkan perlakuan terbaik kekerasan kompon karet pada 3 (tiga) perlakuan yaitu perlakuan A_2S_2 sebesar 354%, A_4S_6 sebesar 396% dan A_5S_5 sebesar 345%. Syarat mutu kekerasan beberapa kompon karet sesuai Standard Nasional Indonesia (SNI) dapat dilihat pada Tabel 1.

Ketahanan Kikis (cm³)

Pengujian ketahanan kikis bertujuan untuk mengetahui ketahanan kikis dari vulkanisat karet yang digesekan pada sebuah ampelas kikis dengan mutu tertentu, dengan tekanan dan area tertentu. Kesanggupan karet bertahan terhadap gesekan dengan benda lain pada pemakaiannya, disebut ketahanan kikis. Pengujian ketahanan kikis dilakukan dengan cara penggesekan karet pada suatu permukaan pengikis atau pengikis digosokkan pada permukaan karet. Ketahanan kikis dari vulkanisat karet yang di gesekkan pada sebuah ampelas kikis dengan mutu tertentu, dengan tekanan dan area tertentu (Basseri, 2005). Nilai ketahanan kikis merupakan sifat yang penting yang harus dimiliki oleh produk karet, jika ketahanan kikis rendah maka produk yang dihasilkan akan muda aus dan

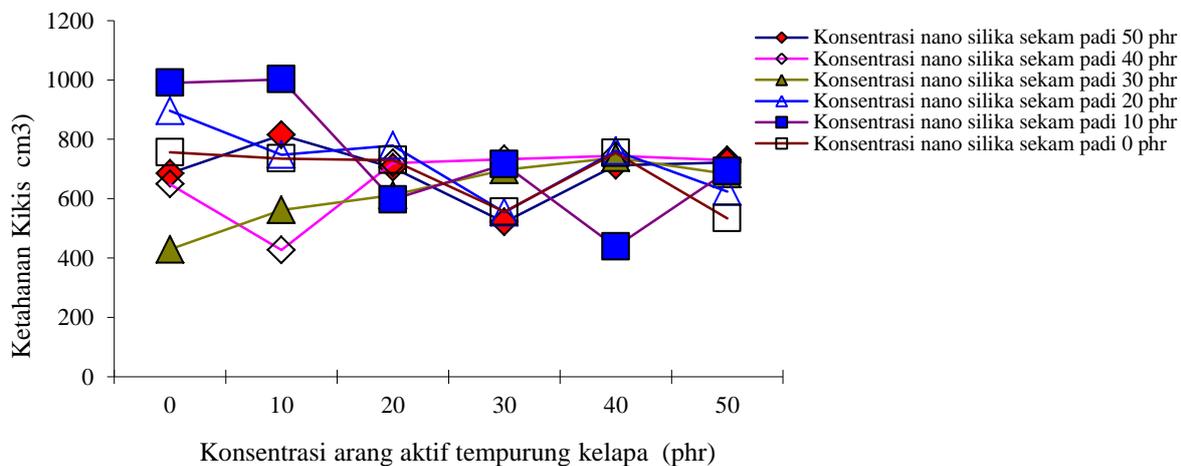
menyebabkan cepat terjadinya kebocoran. Hasil pengujian ketahanan kikis kompon karet dapat dilihat pada Gambar 5.

Ketahanan kikis hasil pengujian kompon karet dengan nilai terbesar didapat pada perlakuan A_2S_5 (campuran arang aktif tempurung kelapa 10 phr dan nanosilika sekam padi 40 phr) yaitu 1002 cm³ dan hasil pengujian ketahanan kikis kompon karet terendah diperoleh pada perlakuan A_2S_2 (campuran arang aktif tempurung kelapa 10 phr dan nanosilika sekam padi 40 phr), yaitu sebesar 427 cm³.

Analisis keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi arang aktif tempurung kelapa ($F_{tabel} = 311,9073$ dan F_{hitung} taraf 1% = 3,28) dan nano silika sekam padi ($F_{tabel} = 135,0683$ dan F_{hitung} taraf 1% = 3,28) serta interaksi keduanya ($F_{tabel} = 65,0820$ dan F_{hitung} taraf 1% = 2,04) memberikan pengaruh yang nyata terhadap ketahanan kikis kompon karet.

Semakin besar konsentrasi arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi, nilai ketahanan kikis semakin kecil. Nilai ketahanan kikis kompon karet yang semakin kecil menunjukkan bahwa kompon karet semakin elastis. Ketahanan kikis optimum diperoleh pada konsentrasi arang aktif tempurung kelapa 30 phr dan konsentrasi nano silika sekam padi 30 phr. Adanya partikel bahan pengisi yang semakin kecil maka makin luas permukaan, menunjukkan makin banyak gugus fungsional bahan pengisi yang berikatan dengan molekul karet, sehingga interaksi yang terjadi baik secara fisika dan kimia akan semakin baik (Sereda *et al.*, 2004; Vichitcholchai *et al.*, 2012).

Interaksi senyawa arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi menghasilkan karakteristik kompon karet yang dapat bertahan terhadap beberapa kondisi seperti abrasi, temperatur tinggi, tekanan. Penambahan bahan pengisi penguat dalam jumlah optimum, akan meningkatkan ketahanan kikis kompon karet.



Gambar 5. Ketahanan kikis (cm³) kompon karet

Efek penguatan bahan pengisi tersebut ditentukan oleh ukuran partikel, keadaan permukaan dan bentuk, kehalusan butiran dan kerataan penyebarannya (Alfa, 2005). Interaksi arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi menghasilkan perlakuan terbaik ketahanan kikis kompon karet pada 3 (tiga) perlakuan yaitu perlakuan A_2S_2 sebesar 427 cm^3 , A_4S_6 sebesar 556 cm^3 dan A_5S_5 sebesar 438 cm^3 , nilai ketahanan kikis kompon tersebut sesuai dengan nilai ketahanan kikis kompon karet dipasaran, sekitar $400\text{-}600 \text{ cm}^3$ (Tabel 1).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perlakuan konsentrasi arang aktif tempurung kelapa, nano silika sekam padi dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kekerasan, tegangan putus, perpanjangan putus dan ketahan kikis kompon karet yang dihasilkan. Perlakuan terbaik yang memenuhi persyaratan kompon karet sesuai SNI kompon karet bantalan dermaga dan kompon karet pasaran adalah perlakuan A_2S_2 (campuran arang aktif tempurung kelapa 10 phr dan nanosilika sekam padi 40 phr), A_4S_6 (campuran arang aktif tempurung kelapa 30 phr dan nanosilika sekam padi 0 phr) dan A_5S_5 (campuran arang aktif tempurung kelapa 50 phr dan nanosilika sekam padi 10 phr) dengan karakteristik kompon karet untuk parameter kekerasan (58 Shore A, 50 Shore A dan 53 Shore A), tegangan putus (21 N/mm^2 , 41 N/mm^2 dan 19 N/mm^2) dan perpanjangan putus (354%, 396% dan 368%), berturut-turut. Perlakuan terbaik untuk ketahanan kikis yang sesuai dengan kompon karet pasaran adalah perlakuan A_2S_2 (arang aktif tempurung kelapa 10 phr, dan nano silika sekam padi 40 phr) yaitu sebesar 427 cm^3 , A_4S_6 (arang aktif tempurung kelapa 30 phr, dan nano silika sekam padi 0 phr) sebesar 556 cm^3 , dan A_5S_5 (arang aktif tempurung kelapa 40 phr, dan nano silika sekam padi 10 phr) sebesar 438 cm^3 .

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, untuk mengetahui umur pakai kompon karet dengan bahan pengisi arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi yang digunakan dalam pembuatan kompon karet.

DAFTAR PUSTAKA

Alfa AA. 2005. *Bahan Kimia Untuk Kompon Karet. Kursus Teknologi Barang Jadi Karet Padat*. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet.
 Basseri A. 2005. *Teori Praktek Barang Jadi Karet*. Balai Penelitian dan Teknologi Karet. Bogor. Bogor.

Blow CM dan Hepburn. 1982. *Rubber Technology and Manufacture*. 2nd Eds. London: Buttenvorths.
 Boonstra BB. 2005. Reinforcement by filler. *J Rubber Age*. 92 (6): 227-235
 Budiono SG. 2009. Pengaruh aktivasi arang tempurung kelapa dengan asam sulfat dan asam fosfat untuk adsorpsi fenol. [Skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro.
 Byers JT. 1987. *Rubber Technology*. New York: Van Nostrand Reinhold.
 Chuayjuljit S, Eiumnoh S, dan Potiyaraj P. 2004. Using silica from rice husk as a reinforcing filler in natural rubber. *J Sci*. 26 (2): 127-138
 Gomez A dan Gomez K. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Edisi Kedua. Jakarta: UI Press.
 Haghight MA, Khorasani SNM, dan Zadhoush. 2007. Filler-rubber interactions in a cellulose-filled styrene butadiene rubber composites. *J Appl Polym Sci*. 10: 748 – 754
 Hamid TFZ. 2008. Pengaruh modifikasi kimia terhadap sifat-sifat komposit polietilena densitas rendah (LDPE) terisi tempurung kelapa. [Tesis]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
 Herminiwati, Purnomo D, dan Supranto. 2005. Pembuatan vulkanisat ban dalam dengan bahan pengisi arang aktif kayu bangkirai. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*. 19 (1): 32-39.
 Herminiwati dan Nurhajati DW. 2005. Pemanfaatan arang aktif sekam padi sebagai bahan pengisi keset karet. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*. 21 (1): 22-28.
 Husseinsyah S dan Zakaria MM. 2011. The effect of filler content on properties of coconut shell filled polyester. *Malay Polym J*. 6 (1): 87-97.
 Kusuma RA. 2011. Karet alam. (Online). http://riesca_ayu_kusuma_wfst8.web.unair.ac.id/artikel_detail-38259.html. [3 Maret 2012].
 Mahendra R. 2007. *Pengaruh Metode Pencampuran Carbon Black Terhadap Sifat Fisik Karet*. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB Bogor.
 Mhardela P. 2009. *Pengaruh konsentrasi asam asetat (CH₃COOH) terhadap modulus green 300% pada proses produksi benang karet di PT. Industri Karet Nusantara*. Karya Ilmiah. Universitas Sumatera Utara. Medan.
 Muis Y. 2010. Pengaruh penggumpal asam asetat, asam formiat, dan berat arang tempurung kelapa terhadap mutu karet. *Sains Kimia*. 11 (1): 21-24.
 Nagdi K. 1993. *Rubber As An Engineering Material: Guideline For Users*. New York.
 Nasution DY. 2006. Pengaruh ukuran partikel dan berat abu sekam padi sebagai bahan pengisi terhadap sifat kuat sobek, kekerasan dan

- ketahanan abrasi kompon. *J Sains Kimia*. 10 (2): 86–91.
- Nurhajati DW, Agustin S, dan Pramono. 1999. Pembuatan kompon karet paking peredam kejut kendaraan bermotor yang memenuhi persyaratan SNI 09-1298-1989. *Majalah Barang Kulit Karet dan Plastik*. 15 (1): 31-35.
- Omofuma FE, Adeniyi SA, dan Adeleke AE. 2011. The effect of particle sizes on the performance of filler : A Case study of rice husk and wood flour. *World Appl Sci J*. 14 (9): 1347-1352.
- Peng YK. 2007. The effect of carbon black and silica fillers on cure characteristics and mechanical properties of breaker compounds. [Thesis]. Malaysia: University Science Malaysia.
- Phrommedetch S dan Pattamaprom C. 2010. Compatibility improvement of rice husk and bagasse ashes with natural rubber by molten-state maleation. *Europ J Sci Res*. 43 (3): 411-416.
- Rahardjo P. 2009. Karet, material andalan ekspor di bawah harapan dan ancaman. <http://www.infometrik.com/2009/08/karet-material-andalan-ekspor-dibawah-harapan-dan-ancamam>. [26 April 2012].
- 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 Kim dan Lingk*. 6 (1) : 1 - 6.
- Sapuan SM, Harimi M, dan Maleque MA. 2005. Mechanical properties of epoxy/coconut shell filler particle composites. *The Arabian J Sci Eng*. 28 (2B): 173 – 181.
- Sereda L, Mar Lo´pez-Gonza´leza, Leila L, Visconte L, Regina Ce´lia R, Nunes, Furtado, C.Russi.G, Riande E. 2004. Influence of silica and black rice husk ash fillers on the diffusivity and solubility of gases in silicone rubbers. *Polymer*. 44: 3085–3093.
- Syarkawi SS dan Aziz Y. 2005. Ground rice husk as filler in rubber compounding. *J Teknol*. 39: 135–148.
- Vichitcholchai N, Na-ranong N, Noisuwan W, Arayapranee W. 2012. Using rice husk Ash as filler in rubber industry. *Rubber Thai J*. 1: 48-55.
- 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].