

KARAKTERISTIK KOMPON KARET *BELT CONVEYOR* MENGUNAKAN BAHAN PENGISI ARANG TEMPURUNG KELAPA

THE CHARACTERISTICS OF CONVEYOR BELT OF RUBBER COMPOUND BY USING COCONUT SHELL CHARCOAL AS THE FILLER

Dewantara Daud dan Rahmaniar

Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang
Jl. Perindustrian II No. 12 Sukarami Km. 9 Palembang 30152
e-mail : dewantaradaud@gmail.com

Diterima: 11 April 2017; Direvisi: 13 Juni 2017- 28 Nopember 2017; Disetujui: 22 Desember 2017

Abstrak

Telah dilakukan penelitian karakteristik *belt conveyor* menggunakan bahan pengisi arang tempurung kelapa. Penelitian bertujuan untuk membandingkan sifat fisika kompon karet untuk *belt conveyor* menggunakan bahan pengisi arang tempurung kelapa dengan bahan pengisi karbon hitam (*carbon black*). Komposisi kompon karet terdiri dari natural rubber, polymer, mineral oils, TBBS, arang tempurung kelapa dan karbon hitam. Substitusi arang tempurung kelapa terhadap karbon hitam dilakukan dengan variasi berat arang tempurung kelapa sebesar 25 phr, 35 phr dan 50 phr. Sebagai pembanding digunakan data karakteristik kompon karet *belt conveyor* menggunakan karbon hitam jenis ISAF, HAF, dan FEF. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan arang tempurung kelapa sebagai bahan pengisi untuk kompon *belt conveyor* belum mampu memberikan sifat fisika yang baik seperti karbon hitam. Sifat fisika kompon tertinggi diperoleh pada berat arang tempurung kelapa sebesar 50 phr dengan nilai masing-masing Tegangan putus (70 kg/cm^2), Perpanjangan putus (320%) dan Ketahanan sobek (36 kg/cm^2), kekerasan (62 Shore A) dan Ketahanan kikis ($1,1 \text{ mm/kgm}$).

Kata kunci : arang tempurung kelapa, *belt conveyor*, karbon hitam, dan kompon

Abstract

A research have been conducted about the characteristics of belt conveyor by using coconut shell charcoal filler material. The study aims to compare the physical properties of rubber compound for belt conveyor using coconut shell charcoal filler with carbon black filler material. The composition of rubber compound consist of natural rubber, polymer, mineral oils, TBBS, coconut shell charcoal and carbon black. Substitution of coconut shell charcoal to carbon black was done by varying the weight of coconut shell charcoal for 25 phr, 35 phr and 50 phr for comparison, data characteristic of belt conveyor rubber compound using carbon black type for ISAF, HAF, and FEF is used. The results showed the use of coconut shell charcoal as filler for belt conveyor compound has not been able to provide good physical properties such as carbon black. The highest physical properties of compound is obtained at the weight of coconut shell charcoal at 50 phr with the value of tensile strength (70 kg/cm^2), elongation at break (320%), tear resistance (36 kg/cm^2), hardness (62 shore A) and abrasion resistance (1.1 mm/kgm).

Keywords: coconut shell charcoal, *belt conveyor*, carbon black, and compound

PENDAHULUAN

Penggunaan bahan pengisi dalam pembuatan kompon untuk barang jadi karet mutlak diperlukan, karena bahan pengisi memberikan pengaruh terhadap sifat mekanik fisik vulkanisat produk dan kondisi pengolahannya. Menurut Marlina dan Rahmaniar (2012), bahan pengisi akan memberikan efek penguatan terhadap sifat vulkanisat terutama ukuran butiran yang

kecil. Penggunaan bahan pengisi juga akan mempengaruhi biaya pengolahan dan menjadikan vulkanisat menjadi keras dan kaku.

Menurut Haryadi (2000), ada dua macam bahan pengisi dalam pengolahan karet, yaitu bahan pengisi aktif dan bahan pengisi tidak aktif. Bahan pengisi aktif atau disebut juga bahan pengisi penguat (*reinforcing*) akan meningkatkan kekerasan, ketahanan sobek, ketahanan kikis dan

tegangan putus barang jadi karet. Bahan pengisi aktif seperti aluminium silika, silika, magnesium silika dan *carbon black*. Sedangkan bahan pengisi tidak aktif seperti tanah liat, kalsium karbonat, magnesium karbonat, barium, sulfat, barit dan kaolin. Bahan pengisi tidak aktif ini akan memperbesar volume tanpa meningkatkan kekerasan maupun *tensile properties* (Fu *et al.*, 2008). Pemilihan bahan pengisi merupakan tahap ketiga terpenting dalam penyusunan kompon, setelah pemilihan karet dan sistem vulkanisasi yang digunakan (Frohlich *et al.*, 2005)

Bahan pengisi penguat yang sering digunakan dalam pembuatan kompon karet adalah karbon hitam (*carbon black*). Penggunaan bahan ini hampir sepertiga volume karetnya. Bahan ini memberikan efek penguatan terhadap sifat fisik vulkanisat terutama ukuran butiran yang kecil (Boonstra, 2005). *Carbon black* ditambahkan ke dalam kompon karet dalam jumlah besar dengan tujuan meningkatkan sifat fisik dan memperbaiki karakteristik pengolahan (Haryadi, 2000).

Carbon black diperoleh dari hasil proses *thermal cracking hydrocarbon* dari minyak bumi (Wigmore, 1972). *Carbon black* adalah bahan esensial untuk menciptakan sifat fisik dan mekanik barang karet yang spesifik (Arroyo *et al.*, 2007) sehingga kebutuhan dunia makin meningkat. Seiring dengan makin menipisnya cadangan minyak bumi serta persaingan industri turunannya lebih menguntungkan (Rattanasom *et al.*, 2007), oleh karena itu upaya substitusi *carbon black* menggunakan bahan alami non minyak bumi perlu dilakukan, selain diperoleh alternatif pengganti bahan pengisi *carbon black* dengan harga murah, ketersediaan melimpah, ramah lingkungan dan dapat menekan biaya import bahan kimia.

Alternatif pilihan bahan pengisi yang bersumber dari bukan minyak bumi adalah arang tempurung kelapa. Tempurung kelapa mempunyai komposisi kimia yang tersusun dari lignin, selulosa dan semi selulosa (Husseinsyah dan Zakaria, 2011). Selulosa mempunyai struktur rantai mirip dengan

hidrokarbon dalam minyak bumi. Rantai panjang dalam selulosa ini dimungkinkan dapat dipecah menjadi agregat karbon dan senyawa-senyawa kimia dengan berat molekul rendah (Marlina, 2014). Arang aktif tempurung kelapa diperoleh dari hidrolisis tempurung kelapa dan diaktivasi dengan bahan kimia (Vachlepi dan Suwardin, 2015). Arang aktif tempurung kelapa mengandung gugus aktif hidroksil (OH) yang akan berintegrasi dengan molekul yang ada dalam karet. Menurut Tomado *et al.* (2013), kandungan kimia tempurung kelapa adalah selulosa (34%), hemiselulosa (21%) dan lignin (27%). Unsur utama arang tempurung kelapa adalah karbon dengan persentase kandungan 82,92%.

Menurut Prasetya (2016), penelitian pemanfaatan tempurung kelapa sebagai bahan pengisi untuk pembuatan kompon karet telah dilakukan oleh Gamage (2011). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa karakteristik ketahanan putus, kekerasan dan ketahanan kiris kompon ban tapak mobil memberikan nilai yang maksimal dibandingkan bila menggunakan bahan pengisi *carbon black*. Pada tahun 2012, Sareena *et al.* melakukan penelitian penggunaan serbuk arang tempurung kelapa sebagai bahan pengisi untuk karet alam. Pada penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa jumlah penggunaan arang tempurung kelapa sebagai filler pada karet alam paling efektif pada konsentrasi 10 phr dan menghasilkan nilai tegangan putus, ketahanan sobek, kekerasan dan pengembangan karet lebih baik dibandingkan dengan karet alam yang tidak dimodifikasi dengan bahan pengisi arang tempurung kelapa. Selanjutnya berdasarkan hasil penelitian Aquele *et al.* (2014) di dalam Prasetya (2016) menyebutkan bahwa peningkatan kekerasan, tegangan putus dan modulus kompon karet seiring dengan meningkatnya konsentrasi bahan pengisi arang tempurung kelapa. Selanjutnya Suharman *et al.* (2016), mempelajari sifat fisika karet sol sepatu menggunakan bahan pengisi arang tempurung kelapa, hasilnya adalah kompon sol sepatu yang dihasilkan

memberikan nilai tegangan putus, perpanjangan putus, kekerasan dan berat jenis memenuhi persyaratan SNI 06-0899-1989.

Untuk mengetahui sejauh mana peran arang tempurung kelapa sebagai bahan pengisi memberikan pengaruh terhadap karakteristik atau sifat fisika kompon karet yang dihasilkan, maka dicoba penggunaan arang tempurung kelapa sebagai bahan pengisi penguat pengganti karbon hitam (*carbon black*) dari unsur minyak bumi. Kompon yang akan dibuat pada penelitian ini adalah kompon untuk ban berjalan (*belt conveyor*).

Belt conveyor merupakan suatu mesin pemindah bahan yang digunakan dalam industri proses untuk mengangkut bahan produksi setengah jadi maupun hasil produksi dari satu bagian ke bagian yang lain (Raharjo, 2013). Bagian penting dari *belt conveyor* yaitu *rubber belt* yang merupakan komponen utama untuk membawa material, dimana kekuatannya tergantung pada kapasitas material yang dibawanya. *Rubber belt* terbuat dari karet yang diperkuat (*reinforced*) oleh *carcass* (Pahmiasi *et al.*, 2015). Dipilihnya *belt conveyor* system sebagai sarana transportasi material dikarenakan tuntutan untuk meningkatkan produktivitas, menurunkan biaya produksi dan juga kebutuhan optimasi meningkatkan efisiensi kerja. Karet pada *belt conveyor* berada pada bagian *cover rubber*. *Cover rubber* lapisan karet sintesis yang mempunyai elastisitas tinggi dan tahan gesek. *Cover rubber* berfungsi untuk melindungi lapisan penguat dari curahan, gesekan dan benturan material pada saat loading (pemuatan) agar lapisan (*ply*) tidak sobek atau rusak.

Dalam penelitian ini akan dikaji karakteristik kompon karet *belt conveyor* menggunakan bahan pengisi arang tempurung kelapa. Pengaruh penggantian filler *carbon black* dipelajari dengan memvariasikan jumlah arang tempurung kelapa dan menggunakan jumlah *carbon black* 3 jenis yang sama sebagai kontrol. Pengujian vulkanisat dilakukan untuk parameter tegangan putus, perpanjangan

putus, kekerasan, ketahanan sobek, ketahanan kikis dan berat jenis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh arang tempurung kelapa terhadap karakteristik atau sifat fisika kompon karet yang dihasilkan dan masukan bagi industri kompon karet terutama untuk mengganti *carbon black* dengan bahan pengisi lain, sehingga biaya produksi dapat ditekan tanpa mengurangi mutu vulkanisat karet yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari karet alam (SIR 20), *zinc oxide* (ZnO), *calcium carbonat* (CaCO₃), *carbon black*, asam stearat, *flectol A*, *tetrametiltiuram disulfida* (TMTQ), TBBS, *mineral oil*.

Peralatan yang digunakan terdiri dari mesin giling dua roll (*open mill*), *thermo control*, blender, ayakan, cetakan (*moulding*) dan peralatan uji.

Prosedur Penelitian

Proses Pembuatan Kompon

a. Penimbangan

Bahan yang diperlukan untuk pembuatan kompon ditimbang sesuai dengan formulasi (berat) yang ditentukan. Jumlah setiap bahan didalam formulasi dinyatakan dalam phr (berat per seratus bagian karet).

b. Pencampuran (*mixing*)

Proses pencampuran bahan menggunakan gilingan terbuka (*open mill*).

Selanjutnya dilakukan proses sebagai berikut :

- 1) Penggilingan karet alam (mastikasi) selama 1-3 menit
- 2) Masukkan polimer dengan bahan kimia
- 3) Tambahkan *accelerator*, *activator*, *antioksidan* bersamaan selama 5 menit
- 4) Kemudian ditambahkan TMTQ, *mineral oil* dan TBBS sampai penggilingan rata dan homogen

- 5) Lalu ditambahkan *filler* berupa arang tempurung kelapa atau karbon hitam secara bergantian sedikit demi sedikit selama 10 menit. Didiamkan selama 4 jam agar kompon tercampur homogen
- 6) Selanjutnya digiling kembali selama 5 menit.
- 7) Didinginkan selama minimal 4 jam atau maksimal 24 jam pada suhu ruangan, selanjutnya kompon digunakan untuk proses vulkanisasi
- 8) Kompon dikeluarkan dari *open mill* dan ditentukan ukuran ketebalan kompon sesuai yang kita inginkan. Kompon diletakkan diatas plastik transparan dan kompon dipotong sesuai dengan barang jadi yang diinginkan.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode percobaan pembuatan kompon dengan variasi berat arang tempurung kelapa masing-masing 25 phr, 35 phr dan 50 phr dan sebagai pembanding menggunakan *carbon black* dari minyak bumi. Percobaan dilakukan 3 kali ulangan. Terhadap kompon dilakukan pengujian yang terdiri dari tegangan putus (kg/cm^2), perpanjangan putus (%), kekerasan (Shore A), ketahanan sobek (kg/cm^2), ketahanan kikis (mm/kgm) dan berat jenis (g/cm^3).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui beberapa tahap percobaan dan hasil pengujian kompon karet diperoleh data karakteristik kompon seperti Tabel 1 dan Tabel 2. Hasil Pengujian tegangan putus seperti tertera pada Tabel 2 menunjukkan pada jumlah phr yang sama vulkanisat karet yang menggunakan *carbon black* jauh lebih tinggi yaitu sebesar 170 kg/cm^2 (FEF) dibandingkan dengan tegangan putus vulkanisat karet yang menggunakan arang tempurung kelapa. Bila dibandingkan dengan kompon yang menggunakan arang tempurung 25 phr atau 35 phr, ternyata tegangan putus vulkanisat 50 phr lebih tinggi

(95 kg/cm^2). Tegangan putus sangat erat hubungannya dengan nilai densitas sambung silang dan densitas *cross linking* dalam metrik polimer (Ismail *et al.*, 2005).

Tabel 1. Hasil pengujian kompon menggunakan arang tempurung kelapa

No.	Parameter Uji	Arang Tempurung Kelapa (phr)			Metode Uji
		25	35	50	
1.	Tegangan putus (kg/cm^2)	56	70	95	ASTM D412
2.	Perpanjangan putus (%)	480	530	320	ASTM D412
3.	Kekerasan (Shore A)	58	60	62	ASTM 2240
4.	Ketahanan sobek (kg/cm^2)	28	36	36	SNI 06-0899-1989
5.	Ketahanan kikis (mm/kgm)	1,1	1,2	1,1	SNI 06-0899-1989
6.	Berat jenis (gr/cm^3)	1,05	1,05	1,05	SNI 06-0899-1989

Seperti hasil penelitian lainnya dengan menurunnya jumlah *carbon black* mengakibatkan menurunnya ikatan sambung silang yang gaya dan daya ikatan antar matrik pengisi dan polimer (Kanking *et al.*, 2012). Oleh karena itu, arang tempurung kelapa sebagai *non petroleum filler* mempunyai nilai tegangan putus jauh lebih rendah walaupun pada phr yang tinggi (50 phr) dibanding dengan *carbon black*.

Tabel 2. Hasil pengujian kompon *belt conveyor* menggunakan *carbon black*^{*)}

No	Parameter Uji	<i>Carbon black</i>			std
		ISAF	HAF	FEF	
1.	Tegangan putus (kg/cm^2)	145	120	170	Min. 150
2.	Perpanjangan putus (%)	538	485	538	Min. 250
3.	Kekerasan (Shore A)	59	58	55	55-80
4.	Ketahanan sobek (kg/cm^2)	18	18	18	Min. 60
5.	Ketahanan kikis (mm/kgm)	1,2	1,2	1,2	Maks. 1,0
6.	Berat jenis (gr/cm^3)	1,27	1,27	1,27	Maks. 1,2

^{*)} Daud, 2014

Perbedaan nilai tegangan putus juga disebabkan karakteristik abu berbeda dengan *carbon black*, dimana ukuran partikel dan sifat kimia abu tidak membentuk *rubberization effect* dan efek gaya *Van Der Waals* karena minimnya karbon, sehingga metrik polimer karet alam dan pengisi tidak maksimal terbentuk (Leblanc, 2002).

Menurut Jiao *et al.* (2001), karakterisasi dari *carbon black* komersial jenis *Intermediate Super Abrasion Furnace* (ISAF) N220 ukuran partikel (20-25 nm) lebih kecil dibandingkan dengan jenis *carbon black High Abrasion Furnace* (HAF) N330 ukuran partikel (26-30 nm) dan *Fast Extrusion Furnace* (FEF) N550 ukuran partikel (40-48 nm). *Filler* aktif dipengaruhi oleh dua parameter diantaranya aktifitas permukaan dan distribusi ukuran agregat. Kedua parameter ini memegang peranan penting dalam mempengaruhi sifat mekanik dari produk karet yang terbentuk.

Hasil uji perpanjangan putus (%) menunjukkan bahwa kompon karet dengan ukuran 35 phr mempunyai nilai perpanjangan putus sebesar 530 %, lebih tinggi dibandingkan dengan nilai perpanjangan putus kompon dengan 25 phr dan 50 phr. Namun demikian bila dibandingkan dengan nilai tegangan putus kompon yang menggunakan bahan pengisi *carbon black* pada Tabel 2, ternyata bahwa nilai perpanjangan putus kompon yang menggunakan bahan arang tempurung kelapa mendekati nilai perpanjangan putus kompon menggunakan karbon hitam ISAF dan FEF, dan lebih tinggi dari kompon yang menggunakan karbon hitam baik jenis HAF.

Fenomena ini membuktikan adanya korelasi atau hubungan antara kuat tarik dan perpanjangan putus, merupakan manifestasi dari densitas ikatan silang dan keseragaman inkorporasi filler dalam matriks polimer, dimana efek *carbon black* akan menguatkan sedangkan silica dan abu kemungkinan menurunkan sifat mekanik vulkanisat (Sae-Qui *et al.*, 2002).

Arang tempurung kelapa adalah arang yang mempunyai ukuran butir lebih besar dari *carbon black*, oleh sebab itu dispersinya ke matrik polimer tidak sebaik *carbon black*,

sehingga berpengaruh pada fluktuasi perpanjangan putusnya (Frohlich *et al.*, 2005). Namun demikian tingginya kandungan karbon yang dimiliki arang tempurung kelapa memberikan kontribusi tingginya nilai perpanjangan putus kompon yang mendekati nilai perpanjangan putus kompon menggunakan *carbon black*.

Nilai kekerasan (*hardness*) dari kompon karet diperoleh dari hasil uji kekerasan. Uji kekerasan (*hardness*) bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai kekerasan vulkanisat karet. Nilai kekerasan karet semakin besar maka kompon karet semakin keras atau semakin tidak elastis (Daud, 2015). Kekerasan adalah ukuran resistensi bahan terhadap deformasi plastis lokal, dimana semakin kaku dan keras vulkanisat kompon maka kekerasan Shore A makin tinggi.

Seperti yang tercantum pada Tabel 1, kekerasan vulkanisat karet alam menggunakan arang tempurung kelapa terbesar adalah 62 Shore A (50 phr), sedangkan kekerasan vulkanisat karet menggunakan *carbon black* tertinggi 59 Shore A (ISAF). Kekerasan vulkanisat karet berhubungan dengan berkurangnya densitas ikatan silang dalam matrik polimer. Menurut (Liu *et al.*, 2008), kekerasan adalah pengaruh adanya optimasi penambahan bahan pengisi penguat yang meningkatkan kekerasan. Menurut Alfa (2005), nilai kekerasan dipengaruhi oleh jenis bahan pengisi, jumlah dan kehalusan butiran dari bahan pengisi. Nilai kekerasan yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan nilai kekerasan seiring dengan naiknya jumlah bahan pengisi walaupun tidak terlalu besar. Hal ini menunjukkan bahwa arang tempurung kelapa mendekati nilai kekerasan kompon menggunakan karbon hitam baik ISAF, HAF, FEF (Tabel 2).

Didalam penggunaannya karet *belt conveyor* akan mengalami sobekan akibat gesekan atau benturan dengan media yang diangkut atau bagian konstruksi alat lainnya, sehingga menjadi salah satu persyaratan yang diatur dalam standar. Ketahanan sobek berkaitan dengan energi pemutusan. Menurut Prasetya (2012) nilai ketahanan

sobek kompon karet semakin besar, menunjukkan bahwa daya tahan terhadap sobekan karet semakin bagus. Sifat-sifat tersebut dapat ditingkatkan dengan menambah ikatan silang hingga mencapai tingkat kerapatan tertentu (Thomas, 2003).

Hasil pengujian terhadap kompon yang menggunakan bahan pengisi arang tempurung kelapa mempunyai nilai yang cukup baik. Hal ini ditunjukkan dari hasil uji ketahanan sobek menggunakan arang tempurung kelapa sebesar 36 kg/cm^2 dibanding dengan nilai ketahanan sobek kompon yang menggunakan *carbon black* sebesar 18 kg/cm^2 . Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa tingginya nilai ketahanan sobek merupakan cerminan tingginya energi pemutusan polimer yang disebabkan oleh densitas ikatan silang yang optimum dan tingkat kerapatan polimer dan bahan pengisi (Fang *et al.*, 2014). Akan tetapi *carbon black* mempunyai ketahanan sobek yang rendah walaupun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Menurut Bondan (2013) penguatan bahan ditentukan juga oleh ukuran, keadaan permukaan dan kehalusan butir bahan pengisi.

Ketahanan kikis merupakan sifat yang penting dimiliki oleh produk karet. Jika ketahanan kikis rendah maka produk yang dihasilkan akan mudah aus dan menyebabkan terjadinya kerusakan. Ketahanan kikis makin tinggi berarti kompon karet makin tahan terhadap gesekan. Pada Tabel 1, hasil pengujian ketahanan kikis tertinggi sebesar $1,2 \text{ mm/kgm}$ pada 35 phr sama dengan nilai ketahanan kikis kompon yang menggunakan karbon hitam. Nilai ketahanan kikis juga menunjukkan keelastisan kompon karet yang dihasilkan. Dari hasil tersebut peranan arang tempurung kelapa sebagai bahan pengisi penguat cukup baik dan tidak jauh berbeda dengan karbon hitam. Artinya kadar karbon dan silika yang dikandung arang tempurung kelapa mampu merubah struktur ikatan silang dari karet (Kahar, 2003).

Apabila ketahanan sobek menunjukkan energi pemutusan, maka ketahanan kikis/abrasi menunjukkan pengikisan oleh

benda tertentu akibat gesekan. Selain dipengaruhi oleh densitas ikatan silang, dispersi *filler* dalam matriks polimer karet keberadaan anti oksidan untuk memperlambat pengusangan akibat gesekan perlu diperhatikan untuk memperkirakan ketahanan kikis produk karet. Nilai pengikisan akan sebanding dengan nilai kekerasan dan berat jenis vulkanisat karetnya (Susanto, 2016).

Untuk mengetahui berat kompon karet yang akan digunakan dalam membuat vulkanisat karet dengan hitungan volume maka perlu dilakukan pengukuran berat jenis. Menurut Basseri (2005), berat jenis merupakan berat dari satuan volume vulkanisat pada suhu tetap, dinyatakan dalam milligram per meter kubik (mg/m^3) atau gram per sentimeter kubik (g/cm^3).

Hasil pengujian terhadap kompon yang menggunakan bahan pengisi arang tempurung kelapa sebesar $1,05 \text{ gr/cm}^3$ baik untuk kompon 25, 35 dan 50 phr. Apabila dibandingkan dengan berat jenis kompon yang menggunakan bahan pengisi *carbon black* nilainya lebih rendah. Artinya untuk memperoleh berat jenis yang sama diperlukan ukuran berat arang tempurung kelapa yang lebih besar. Ini indikasi bahwa carbon dari arang tempurung kelapa belum mampu memberikan kepadatan pada kompon akibat ukuran partikel lebih kecil dibanding dengan *carbon black* dari minyak bumi. Menurut Sombatsompop (1998), semakin kecil ukuran partikel maka semakin baik sifat (*properties*) kompon yang dihasilkan, hal ini adanya peningkatan interaksi permukaan (*surface interaction*) yang berakibat terjadi peningkatan volume.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji sifat mekanik fisik vulkanisat karet menggunakan arang tempurung kelapa dan evaluasinya terhadap penggunaan *carbon black*, dapat disimpulkan bahwa arang tempurung kelapa berpotensi digunakan sebagai alternatif pengganti *carbon black*. Berdasarkan perbandingan hasil uji vulkanisat karet alam

menggunakan pengisi arang tempurung kelapa dan *carbon black* sebagai pembanding untuk parameter tegangan putus, perpanjangan putus, kekerasan, ketahanan sobek, ketahanan kikis dan berat jenis dapat dilihat kecenderungan sifat penguatan pengisinya, dimana arang tempurung kelapa dapat menghasilkan efek *reinforcing* pada vulkanisat. Untuk melihat pengaruh tersebut, maka perlu dilakukan kajian lebih lanjut dengan mempelajari pengaruh ukuran partikel bahan pengisi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini, rekan-rekan peneliti yang telah memberikan bantuan baik saran, masukan sehingga dapat diselesaikan penelitian ini. Khususnya kepada Pimpinan dan Dewan Redaksi Jurnal Penelitian Industri Baristand Industri Palembang yang telah berkenan memuat tulisan ini penulis menyampaikan terima kasih. Semoga tulisan ini bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfa, A.A. (2005). *Bahan Kimia untuk Kompon Karet*. Kursus Teknologi barang jadi karet padat. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Arroyo, M., López-Manchado, M. A., Valentín, J. L., and J. Carretero (2007). Morphology/behavior relationship of nano composites based on natural rubber/epoxidized natural rubber blends. *Composite science and technology*. 67(7): 1330-1339.
- Aquele, F.O; Madufor,C.I; and Adekunle, K.F. (2014). Comparative Study of Physical Properties of Polymer Composites Reinforced with Uncarbonised and Carbonised coir. *Journal of Polymer Chemistry*. 4 : 73-82. Dalam: Prasetya, H. A. (2016). Pengaruh Bahan Pengisi Arang Aktif Tempurung Kelapa dan Pelunak Minyak Biji Karet pada karakteristik karet Wiper Blade. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 27(1).
- Basseri, A. (2005). *Teori Praktek Barang Jadi Karet*. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Bondan, A.T. (2013). Nano brushing rubber sebagai bahan pengisi dalam pembuatan karet tromol kendaraan bermotor roda dua. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 24(2).
- Boonstra, B.B. (2005) Reinforcement by filler. *J. Rubber Age* 92 (6) : 227-235. Dalam: Marlina, P., F. Pratama, B. Hamzah dan R. Pambayun (2014). Pengaruh Suhu dan lama penyimpanan terhadap karakteristik kompon karet dengan bahan pengisi arang tempurung kelapa dan nano silica sekam padi. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 25 (1): 43-51.
- BSN (1989). *Mutu dan Cara Uji Lembaran Karet Cetak untuk Sol SNI 06-0899-1989*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Daud, D. (2014). Pemanfaatan kaolin Babel sebagai bahan tambahan pada pembuatan kompon karet *belt conveyor*. Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang.
- Daud, D. (2015). Kaolin sebagai bahan pengisi pada pembuatan kompon karet : Pengaruh ukuran dan jumlah terhadap sifat mekanik fisik. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri Vol.26 (1) : 41-48*.
- Fang, Y.,M. Zhan, and Wang, Y. (2001). The status of recycling of waste rubber. *Materials & Design* 22 (2):123-128.
- Frohlich, J., Niedermeier, W. and Luginsland, H-D. (2005). The effect of filler-filler and filler-elastomer interaction on rubber reinforcement. *Composites part A: Applied Science and Manufacturing* 36(4):449-460.
- Fu, S-Y., Feng, X.Q, Lauke, B, and Mai, Y.W. (2008). Effects of particle size, particle/matrix interface adhesion and particle loading on mechanical properties of particulate-polymer composites. *Composites. Part B: Engineering*, 39 (6):933-961.
- Gamage, N.J.W. (2011). *Use of Coconut Shell Charcoal Dust as a Filler in the Rubber Industry*. Thesis. University of Moratuwa Srilanka.
- Haryadi (2000). Pengaruh bahan pengisi terhadap sifat kompon barang jadi karet . Balai Litbang Industri Palembang.
- Husseinsyah, S. and Zakaria, M.M. (2011). The effect of Filler Content on properties of

- coconut shell filled polyester. *Malaysian Polymer Journal* 9(2):89-96.
- Ismail, H., A. Rusli, and Rashid, A. (2005). Maleated natural rubber as a coupling agent for paper sludge filled natural rubber composites. *Polymer Testing*, 24(7):856-862.
- Kanking, S., Niltui, P., Wimolmala, E., and Sombatsompop, N. (2012). Use of bagasse fiber ash as secondary filler in silica on carbon black filled natural rubber compound. *Materials Design*, 41:74-82.
- Kahar, N. (2003). Rapat ikatan silang pada karet alam yang divulkanisir. *Teknologi Indonesia VIII* (2).
- Leblanc, J.L., (2002). Rubber-filler interaction and rheological properties in filled compound. *Progress in polymer science*, 27 (4): 627-687.
- Liu, C., Shao, Y. and Jia D. (2008). Chemical modified starch reinforced natural rubber composites. *Polymer*, 49(8): 2176-2181.
- Marlina, P. dan Rahmaniar (2012). Penggunaan bahan pengisi Nano komposit silica karbida pada pembuatan kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 3(2):91– 98.
- Marlina, P., Pratama, F., Hamzah, B., dan Pambayun, R. (2014). Pengaruh Suhu dan lama penyimpanan terhadap karakteristik kompon karet kelapa dan nano silika sekam padi. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 25 (1):43-51.
- Pahmiasi, A., Hafidz M.A., Suryana, K.M (2015). *Proses Mekanik*. Teknik Kimia.. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Prasetya, H.A. (2012). Sekam padi sebagai bahan pengisi dan anti oksidan pada pembuatan kompon karet. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 23(2).
- Prasetya, H.A. (2016). Pengaruh bahan pengisi arang tempurung kelapa dan pelunak minyak biji karet pada karakteristik karet Wiper Blade. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 27(1).
- Raharjo, Rudianto (2013). Rancang bangun Belt Conveyor Trainner sebagai alat bantu pembelajaran. *Jurnal Teknik Mesin* 4(2).
- Rattanosom, N.T., Saowaparh and Deeprasenhsk, C. (2007). Reinforcement of Natural Rubber with silica/carbon black hybrid filler. *Polymer test*, 26(30):369-377.
- Sae-Qui, P., Rakdee, C. and Thanmathorn. P. (2002). Use of rice husk ash as filler in natural rubber vulcanizates: In comparison with other commercial filler. *Journal of Applied Polymer Science*, 83 (11):2485-2493.
- Sareena, C. M.T. Ramesan, and Purusotaman, E. (2012). Utilization of coconut shell powder as a novel filler in natural rubber. *J Reinfor Plast and Comp.* 31(8):533-547.
- Suharman, Daud, D. , dan Susanto, T. (2016). Mempelajari sifat fisika karet sol sepatu menggunakan bahan pengisi arang batok kelapa. Prosiding. *Dalam Seminar Nasional Riset dan Industri 2016*. Balai Riset dan Standardisasi Industri Bandar Lampung (242-247)
- Susanto, T. (2016). Perbandingan sifat mekanik-fisik vulkanisat SBR dan SBR/NR menggunakan bahan pengisi pati termodifikasi resorcinol formaldehyde. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 1(27).
- Sombatsompop, N. (1998). Polymer Plastic Technology Engineering 37. *Journal of Materials Letters* 57 : 3168.
- Thomas, J. (2003). *Desain Kompon*. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Tomado, D (2013). Sifat Thermal Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa. *Dalam Seminar Nasional Fisika Universitas Negeri Jakarta*.
- Vachlepi, A. and Suwardin (2015). Kajian pembuatan kompon karet alam dari bahan pengisi abu briket batubara dan arang cangkang sawit. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 26(1):1– 19.
- Jiao, W.M., Charles, G.A. Reznec Steve R., Mahmud, K., and Kutsovsky, Y. (2001). *Introduction of Carbon black*. New York: John Wiley and Sons. 9. 52-91.
- Wigmore, F.P.R. (1972). *Carbon black Production process*. Google Patents.