

PEMANFAATAN *BRUSHING RUBBER* DAN SILIKA DARI SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN PENGISI DALAM PEMBUATAN KOMPON GENTENG KARET

UTILIZATION OF *BRUSHING RUBBER* AND SILICA FROM COCONUT COIR AS FILLER MATERIAL IN RUBBER ROOF TILES COMPOUND PRODUCTION

Nuyah

Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang

e-mail: nuyah1957@yahoo.co.id

Diterima: 22 April 2014; Direvisi: 30 April 2014 – 4 Agustus 2014; Disetujui: 17 Oktober 2014

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *brushing rubber* dan silika dari sabut kelapa sebagai bahan pengisi dalam pembuatan kompon genteng karet, serta mendapatkan formula kompon karet yang tepat dan memenuhi persyaratan. Jenis bahan pengisi yang digunakan yaitu *brushing rubber* dan bahan pengisi Silika dari sabut kelapa dengan variasi perbandingan yaitu formula 1 (*brushing rubber* : silika = 22 : 8), formula 2 (*brushing rubber* : silika = 18 : 12), formula 3 (*brushing rubber* : silika = 15 : 15), formula 4 (*brushing rubber* : silika = 12 : 18), formula 5 (*brushing rubber* : silika = 8 : 22), dan formula 6 (*brushing rubber* : silika = 4 : 26). Hasil Penelitian menunjukkan bahwa penambahan *brushing rubber* dan silika dari sabut kelapa berpengaruh nyata terhadap kekerasan, tegangan putus, perpanjangan putus dan *Ozone resistance*. Formula terbaik diperoleh pada formula 3 (*brushing rubber* : silika = 15 : 15) dengan nilai kekerasan 50 shore A, tegangan putus 6,3 MPa, perpanjangan putus 410% dan *Ozone resistance* No cracks.

Kata Kunci: *Brushing rubber*, Silika, kompon genteng karet.

Abstract

This study aims to determine the effect of brushing rubber and silica from coconut coir as a filler in the production of compound rubber tile, and get the rubber compound formula right and meet the requirements. The type of filler used is brushing rubber and silica filler material from the coconut coir with ratio variation were formula 1 (brushing rubber: silica = 22: 8), the formula 2 (brushing rubber: silica = 18: 12), the formula 3 (brushing rubber : silica = 15: 15), the formula 4 (brushing rubber: silica = 12: 18), the formula 5 (brushing rubber: silica = 8: 22) and the formula 6 (brushing rubber: silica = 4: 26). Results showed that the addition of rubber and silica brushing of coconut coir significantly affect the hardness, tensile strength, elongation at break and ozone resistance. The best formula obtained in the formula 3 (brushing rubber: silica = 15: 15) with a value of 50 shore A hardness, tensile strength of 6.3 MPa, elongation at break of 410% and Ozone resistance No cracks.

Keywords : *Brushing rubber, silica, rubber roof tiles compound*

PENDAHULUAN

Barang jadi karet dihasilkan dari kompon karet yang merupakan vulkanisat karet antara campuran karet alam dengan bahan-bahan kimia yang telah ditentukan komposisinya dan pencampurannya dilakukan dengan cara penggilingan pada suhu 70°C + 5°C dan

lama pencampuran 24 menit. Karet alam (*Natural Rubber*) adalah suatu senyawa hidrokarbon dan merupakan polimer dengan sifat dinamik yang baik antara lain tegangan putus, ketahanan sobek dan ketahanan kikis (Hofmann, 2000 disitasi oleh Bahri dan Susanto, 2013). Struktur molekul karet alam adalah cis-1,4-polyisoprene bersifat tidak tahan

terhadap ozon, minyak dan suhu tinggi. Kelemahan karet alam pada nilai viskositas mooney, mudah mengalami reaksi oksidasi dan kurang elastik, tidak tahan terhadap panas dan pelarut hidrokarbon. Sifat terpenting dari elastomer adalah sifat elastisitas yang tinggi karena kemampuan untuk meregang dan kembali ke bentuk awal atau bersifat *reversible* (Harper, 2004). Sifat-sifat mekanik karet alam lebih baik dibandingkan karet sintesis yaitu dapat digunakan untuk berbagai keperluan umum, sedangkan karet sintesis mempunyai sifat yang baik terhadap kondisi lingkungan seperti tahan terhadap panas, cuaca dan minyak (Rahman, 2005).

Kualitas barang jadi karet sangat ditentukan oleh bahan baku dan bahan tambahan yang digunakan serta teknologi cara pembuatannya. Salah satu bahan kimia karet yang digunakan dalam pembuatan kompon karet adalah bahan pengisi (*filler*). Bahan pengisi adalah bahan yang ditambahkan ke dalam kompon karet dalam jumlah yang cukup besar dengan tujuan untuk meningkatkan sifat fisik, memperbaiki karakteristik kompon karet dan menekan biaya.

Bahan pengisi berfungsi sebagai penguat (*reinforcing*) yang dapat memperbesar volume karet, dapat memperbaiki sifat fisik barang karet dan memperkuat vulkanisat (Boonstra, 2005). Salah satu yang mempengaruhi penguatannya adalah ukuran partikel bahan pengisi. Ukuran partikel bahan pengisi akan mempengaruhi sifat fisik kompon karet. Semakin kecil ukuran partikel bahan pengisi yang digunakan, maka akan meningkatkan kekerasan, kekuatan tarik, ketahanan kikis dan pampatan tetap (Alfa, 2005 disitasi oleh Prasetya, 2012). Pengolahan karet dengan bahan pengisi silika diperlukan suhu lebih tinggi untuk mengurangi uap air karena silika bersifat higroskopis.

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 (Omafuma *et al.*, 2011 disitasi oleh Prasetya, 2013). Penambahan *carbon black* akan mempengaruhi sifat kompon, viskositas dan kekuatan kompon akan bertambah, namun demikian penggunaan *carbon black* mempunyai kelemahan, yaitu daya lekat kompon akan berkurang. Oleh karena itu perlu adanya alternatif lain untuk mengatasi kelemahan tersebut, yaitu dengan menggunakan bahan pengisi *brushing rubber* dan silika dari sabut kelapa, sehingga diharapkan dapat meningkatkan sifat fisik barang jadi karet.

Menurut Bondan (2009), karet hasil samping vulkanisir ban (*brushing rubber*) adalah debu karet yang diperoleh dari hasil pengikisan proses vulkanisir ban, dan menghasilkan karet yang berwarna hitam. Limbah ini jumlahnya cukup banyak dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Setiap ban dapat menghasilkan 0,5 s.d. 1 kg debu karet. *Brushing rubber* ini dapat digunakan kembali untuk pembuatan barang jadi karet yang tidak memerlukan persyaratan khusus atau lebih tinggi. Proses ini dikenal dengan teknologi "*Reclaim Rubber Technology*" yang banyak digunakan oleh industri daur ulang yang berbahan baku karet atau kompon bekas. Karet reclaim adalah suatu hasil pengolahan scrap yang sudah divulkanisir. Karet ini banyak digunakan sebagai bahan campuran karena sifatnya mudah mengambil bentuk dalam acuan dan daya lekatnya baik. Daya tahan karet reclaim terhadap bensin atau minyak pelumas lebih besar dari karet alam yang baru dibuat. Kelemahannya kurang kenyal dan kurang tahan gesekan sehingga kurang baik digunakan untuk membuat ban. *Brushing rubber* yang digunakan mengandung kehalusan 80-100 mesh, kadar *carbon black* 54-60%, kadar air 5-7% dan berat jenis 0,98-1,84 gr/cm³ (Baharuddin, 2010). Berdasarkan data hasil pengujian dari Pusat Penelitian Karet Bogor tahun 2013 *brushing rubber* mengandung *ash content* 12,95%, *acetone extract* 7,6% dan *carbon content*

26,81% dan abu dari sabut kelapa mengandung silika 65,08% dan *volatile matter* 1,79 % (Anonim, 2013). Selama ini *brushing rubber* belum dimanfaatkan secara maksimal, dan masih terbatas pada pemesanan untuk pembuatan bahan baku kompon sol karet.

Indonesia merupakan produsen buah kelapa terbesar didunia dengan produksi mencapai 15 miliar pertahun. Namun sabutnya baru diolah sekitar 3,2% menjadi komoditas bernilai ekonomi tinggi, sisanya dibuang dan diabaikan. Menurut Aprianita *et al.* (1987), sabut kelapa merupakan merupakan hasil samping tanaman kelapa. Dalam setiap butir kelapa mengandung sabut kelapa lebih kurang 35% dari bobot buah kelapa. Limbah tanaman kelapa ini sangat mengganggu lingkungan apabila tidak dimanfaatkan. Selama ini pemanfaatan sabut kelapa hanya terbatas pada pembuatan keset kaki, sikat, tali dan bahan untuk pengisi jok dan kasur. Oleh karena itu, diperlukan adanya pengembangan teknologi sehingga terjadi diversifikasi pemanfaatan limbah pertanian. Kandungan Silika dari abu sabut kelapa yaitu 67,06 % (Sanjaya, 2005). Hal inilah menjadi dasar memanfaatkan silika dari sabut kelapa sebagai bahan pengisi. Bahan pengisi pada keadaan optimum akan meningkatkan kekuatan tarik, modulus, ketahanan sobek, ketahanan kikis dan retak lentur barang jadi karet. Skelhorn (1996) yang disitasi oleh Bondan (2013) menyatakan bahwa untuk mencapai hasil terbaik dari penggunaan bahan pengisi kompon terdapat tiga persyaratan yang harus dipenuhi, yaitu bahan pengisi harus terdispersi dengan baik dalam susunan karet (*rubber matrix*), dimana penggumpalan harus terpecah selama proses pencampuran (*mixing phase*) dan keseluruhan tercampur dengan karet, bahan pengisi harus berinteraksi kuat dengan karet, dan karet harus berikatan silang dengan sempurna.

Genteng karet merupakan salah satu bentuk produk barang jadi karet, yang berbentuk dan berukuran tertentu yang dapat berfungsi sebagai atap dari suatu bangunan. Genteng berfungsi

melindungi terhadap hujan, panas, cahaya matahari, dingin dan angin. Genteng karet merupakan perpaduan antara karet, bahan pengisi dan bahan kimia lainnya. Material ini diolah sehingga menghasilkan sebuah genteng yang ringan, lentur dan tahan panas dan air. Dalam penggunaannya genteng karet sering mengalami kerusakan yaitu terjadinya oksidasi akibat ozon, cahaya dan degradasi karet.

Berdasarkan beberapa pertimbangan di atas, maka dilakukan penelitian pemanfaatan *brushing rubber* dan silika dari sabut kelapa sebagai bahan pengisi dalam pembuatan kompon genteng karet. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan formulasi yang tepat dan produk yang memenuhi persyaratan dalam pembuatan kompon genteng karet

BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian meliputi: karet alam (SIR 20), ZnO, Asam stearat, *Montaclare*, Silika dari sabut kelapa, *Brushing rubber*, *Parafinic Oil*, CBS, TMTD, Sulfur, PEG, TiO₂, dan pewarna.

Alat yang digunakan meliputi Mesin giling dua roll (*Open mill*), Cetakan (*moulding*), Alat *press*, Neraca analitis dan peralatan uji.

B. Metode Penelitian

Dalam Penelitian ini dilakukan dengan beberapa percobaan di Laboratorium meliputi pengadaan bahan baku dan bahan kimia, penimbangan, pembuatan kompon genteng karet dengan menggunakan variasi bahan pengisi. Formula meliputi *brushing rubber* dan silika dari sabut kelapa yaitu formula 1 (*Brushing rubber* : silika = 8 : 22), formula 2 (*brushing rubber* : silika = 12 : 18), formula 3 (*brushing rubber* : silika = 15 : 15), formula 4 (*brushing rubber* : silika = 18 : 12), formula 5 (*brushing rubber* : silika = 22 : 8), dan formula 6 (*brushing rubber* : silika = 26 : 4). Formulasi kompon Genteng karet pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula kompon Genteng Karet

No	Nama Bahan	Formula (phr)					
		1	2	3	4	5	6
1	SIR 20	100	100	100	100	100	100
2	ZnO	5	5	5	5	5	5
3	Asam stearat	2	2	2	2	2	2
4	Montaclare	1	1	1	1	1	1
5	Silika	8	12	15	18	22	26
6	Brushing rubber	22	18	15	12	8	4
7	Oil	5	5	5	5	5	5
8	CBS	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
9	TMTD	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
10	Sulfur	2	2	2	2	2	2
11	PEG	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
12	TiO ₂	3	3	3	3	3	3
13	Pewarna	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Peubah yang diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini meliputi parameter kekerasan (*hardness*), tegangan putus (*tensile strength*), perpanjangan putus (*elongation at break*) dan *Ozone resistance* 25 pphm, 20% *strain*, 40°C, 72 hrs.

HASIL DAN PEMBAHASAN

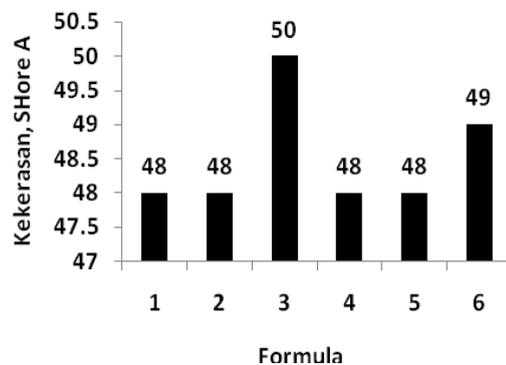
Sebagai kontrol/pembandingan terhadap hasil pengujian kompon genteng karet, dilakukan pengujian terhadap genteng karet yang ada dipasaran dengan hasil uji kekerasan yaitu 55 Shore A, tegangan putus yaitu 7 MPa, perpanjangan putus 400%.

A. Kekerasan (*Hardness*), Shore A

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

Pada Gambar 1 dapat dilihat hasil pengujian kekerasan kompon genteng karet yang menggunakan beberapa formula. Hasil pengujian kekerasan kompon karet terendah diperoleh pada formula 1 (*brushing rubber* : silika = 22 : 8), formula 2 (*brushing rubber* : silika = 18 : 12), formula 4 (*brushing rubber* : silika = 12:18), dan formula 5 (*brushing rubber* : silika = 8 : 22) yaitu 48 shore A dan hasil pengujian kekerasan kompon

karet tertinggi diperoleh pada formula 3 (*brushing rubber* : silika = 15 : 15) yaitu 50 shore A.



Gambar 1. Hasil pengujian kekerasan (Shore A) kompon genteng Karet

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan genteng karet yang ada dipasaran yaitu 55 shore A. Jadi nilai kekerasan kompon genteng karet yang terbaik diperoleh pada formula 3 (*brushing rubber* : silika = 15 : 15) yang mendekati nilai kekerasan kompon pembandingan. Penambahan *brushing rubber* dan silika cenderung menaikkan nilai kekerasan, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *brushing rubber* dan silika sebagai bahan pengisi (*filler*) pada komposisi yang sama dapat memberikan sifat-sifat fisika yang baik yang hampir sama dengan kompon pembandingan yang ditunjukkan pada formula 3. Semakin besar penambahan *brushing rubber* cenderung menurunkan nilai kekerasan. Untuk kompon genteng karet, nilai kekerasan semakin rendah akan membuat kompon genteng karet kelihatan teksturnya semakin lembut (permukaan tidak kenyal).

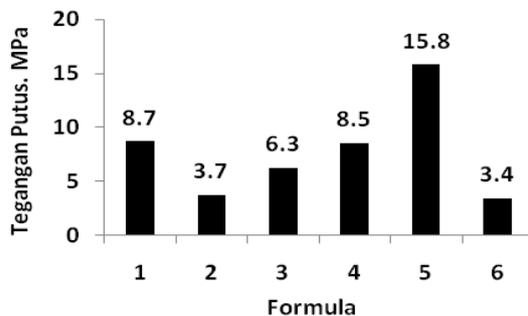
Karet alam cenderung menurunkan nilai kekerasan barang jadi karet, hal ini disebabkan karet alam bersifat lentur dan mempunyai fiksi yang baik pada suhu normal, sehingga pemakaian karet alam akan membuat kompon karet menjadi lunak. Kekerasan kompon karet terjadi karena adanya reaksi ikatan silang antara gugus aldehida pada rantai poliisoprene (1-6 per-rantai) dengan gugus aldehida terkondensasi yang ada di dalam bahan bukan karet (Refrizon, 2003). Kekerasan kompon karet dipengaruhi oleh adanya jumlah optimum

dari penambahan bahan pengisi penguat, yang akan meningkatkan kekerasan barang jadi karet. Efek penguatan bahan pengisi tersebut ditentukan oleh ukuran partikel, keadaan permukaan dan bentuk, kehalusan butiran dan kerataan penyebaran (Haghighat *et al.*, 2005 disitasi oleh Prasetya, 2012). Jenis dan jumlah bahan pengisi ditentukan terutama oleh karakteristik produk yang diinginkan dan kelenturannya. Bahan pengisi jenis silika mempunyai ukuran partikel yang hampir sama dengan bahan pengisi jenis *carbon black*, sehingga menghasilkan nilai kekerasan kompon karet yang hampir sama. Kekerasan merupakan sifat yang sangat mempengaruhi penampilan dan ketahanan barang jadi karet.

B. Tegangan Putus (*tensile strength*), MPa

Tegangan putus adalah besarnya beban yang diperlukan untuk meregangkan potongan uji sampai putus. Nilai tegangan putus semakin besar, menunjukkan bahwa kompon karet semakin elastis.

Hasil pengujian tegangan putus kompon genteng karet terendah diperoleh pada formula 6 (*brushing rubber* : silika = 4 : 26) yaitu 3,4 MPa dan hasil pengujian tegangan putus kompon genteng karet tertinggi diperoleh pada formula 5 (*brushing rubber* : silika = 8 : 22) yaitu 15,8 MPa. Pada Gambar 2 dapat dilihat hasil pengujian tegangan putus kompon genteng karet dengan menggunakan beberapa formula.



Gambar 2. Hasil pengujian tegangan putus (MPa) kompon genteng Karet

Berdasarkan hasil pengujian tegangan putus kompon genteng karet

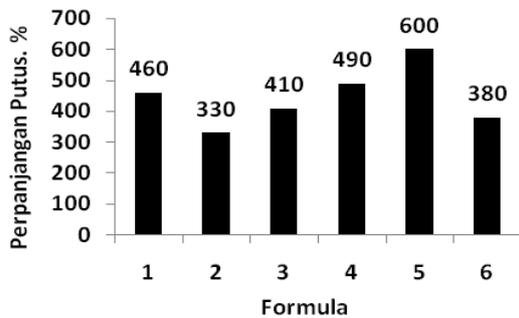
yang ada dipasaran yaitu 7 MPa. Jadi nilai tegangan putus kompon genteng karet yang mendekati kompon perbandingan pada formula 3 (*brushing rubber* : silika = 15 : 15) yaitu 6,3 MPa. Penambahan *brushing rubber* dan silika cenderung menurunkan nilai tegangan putus, hal ini kemungkinan disebabkan jumlah bahan pengisi yang ditambahkan terlalu banyak atau kompon karet yang dibuat kurang homogen, sehingga bahan pengisi tidak merata. Makin kecil ukuran partikel memungkinkan bahan pengisi terdispersi dengan baik dan merata dalam kompon karet. Akibatnya terjadi interaksi secara fisika dan kimia dengan lebih baik. Secara fisika terjadi adsorpsi antara bahan pengisi dengan karet melalui tenaga Van der Waal's. Secara kimia terbentuk ikatan antara karet dengan gugus fungsional pada permukaan karbon (Herminiwati *et al.*, 2003). Karet alam terdiri dari unit monomer (C_5H_8) dengan satu ikatan rangkap tiap monomernya. Adanya ikatan rangkap dan gugus metilen merupakan gugus reaktif untuk terjadinya ikatan kimia (Supraptiningsih, 2005).

Terbentuknya ikatan-ikatan mengakibatkan karet menjadi kaku dan kuat, sehingga tegangan putusnya tinggi. Keberhasilan pencampuran sangat menentukan sifat fisik barang jadi karet. Menurut Blow (2001) bahan pengisi dapat ditambahkan pada hampir semua barang jadi karet dalam jumlah yang cukup besar untuk mengurangi jumlah karet yang digunakan dan dapat memberikan sifat fisik yang lebih baik. Tegangan putus sangat dipengaruhi oleh jumlah optimum penambahan bahan pengisi penguat, sehingga akan meningkatkan tegangan putus barang jadi karet (Rahman, 2005).

C. Perpanjangan putus (*elongation at break*), %

Perpanjangan putus merupakan pertambahan panjang suatu vulkanisat karet bila diregangkan sampai putus. Hasil pengujian perpanjangan putus kompon genteng karet terendah diperoleh pada formula 2 (*brushing rubber* : silika = 18 : 12) yaitu 330% dan

hasil pengujian kompon genteng karet tertinggi diperoleh pada formula 5 (*brushing rubber* : silika = 8 : 22) yaitu 600%. Pada Gambar 3 dapat dilihat hasil pengujian perpanjangan putus kompon genteng karet dengan beberapa formula.



Gambar 3. Hasil pengujian perpanjangan putus (%) kompon genteng karet

Berdasarkan hasil pengujian kompon genteng karet yang ada di pasaran yaitu 400%. Jadi nilai perpanjangan putus kompon genteng karet yang mendekati kompon pembanding pada formula 3 (*brushing rubber* : silika = 15 : 15) yaitu 410%. Nilai perpanjangan putus dipengaruhi oleh penambahan *brushing rubber* dan silika yang digunakan, makin besar *brushing rubber* yang ditambahkan sebagai *filler*, semakin tinggi nilai perpanjangan putus. Penambahan *brushing rubber* dan silika yang tidak tepat akan mempengaruhi sifat fisika yang lain dari kompon. Perpanjangan putus merupakan salah satu sifat fisika barang jadi karet, untuk mengetahui sifat elastisitas dari produk yang akan menunjukkan sampai seberapa produk yang berbentuk ring dapat diregangkan dengan tepat pada tempatnya. Jika kemulurannya terlalu besar maka produk akan mudah ditarik, sehingga pada pemakaiannya tidak dapat dikencangkan dengan tepat. (Kusnata, 1976). Sesuai dengan pendapat Herminiwati *et al.* (2003) yang mengatakan bahwa perpanjangan putus dipengaruhi kadar bahan pengisi dan bahan pelunak. Nilai perpanjangan putus berbanding lurus dengan tegangan putus.

Struktur bahan pengisi juga berpengaruh terhadap perpanjangan putus kompon karet. Makin tinggi struktur

karet 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).

D. Ozone resistance 25 pphm, 20% strain, 40°C, 72 hrs.

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui ketahanan retak vulkanisat karet akibat serangan ozon, apabila dalam pemakaiannya barang jadi karet tersebut berada di udara terbuka atau lingkungan yang mengandung ozon.

Hasil pengujian ketahanan ozon terhadap kompon karet secara visual dinyatakan dengan retak atau tidak retak (*cracks* atau *no cracks*) selama periode waktu 72 jam. Faktor yang dapat meningkatkan ketahanan kompon karet terhadap ozon diantaranya adalah pemilihan dan pemberian antidegradan yang sesuai dan aktivitasnya tinggi.

Hasil pengujian ketahanan ozon terhadap kompon genteng karet untuk semua perlakuan 1 sampai 6 selama pengamatan selama 72 jam, kompon genteng karet tidak mengalami kecacatan/keretakan. Hal ini dapat disebabkan karena pengaruh penambahan bahan pengisi silika mempunyai keasaman yang tinggi, sehingga menghambat vulkanisasi, diperlukan pencepat lebih banyak dan bahan tambahan seperti *coupling agent*. Pengolahan karet dengan bahan pengisi silika diperlukan suhu lebih tinggi untuk mengurangi uap air karena silika bersifat higroskopis (Suharto, 2003). Antidegradan digunakan di dalam kompon untuk melindungi kompon karet terhadap kerusakan yang ditimbulkan oleh oksigen, ozon, cahaya matahari, katalis logam dan lenturan mekanis. Nilai kecacatan dapat disebabkan karena pencampuran yang tidak merata, perbandingan penggunaan bahan baku atau bahan pembantu yang tidak sesuai.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, penambahan *brushing rubber* dan silika dari sabut kelapa berpengaruh nyata terhadap kekerasan tegangan putus, perpanjangan putus, dan *ozone resistance*.

Perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan 3 (*brushing rubber* : silika = 15 : 15) dengan hasil uji kekerasan yaitu 50 shore A, tegangan putus yaitu 6,3 MPa, perpanjangan putus yaitu 410%, dan *ozone resistance* yaitu tidak retak (*No cracks*).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2013). Hasil pengujian *Brushing Rubber* dan Abu dari sabut kelapa. Bogor: Pusat Penelitian Karet Bogor.
- Aprianita, N., dan Sudiby, A. (1987). *Penelitian dan Pengembangan Pembuatan Sabut Berkaret dari sabut kelapa*. Bogor: Balai besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian.
- Baharuddin, H. (2010). *Pemanfaatan Brushing Rubber untuk Pembuatan Pembersih Lantai dari Karet*. (Laporan Hasil Penelitian). Palembang: Baristand Industri Palembang.
- Bahri, S., dan Susanto, T. (2013). Pengaruh *Nitrile Butadiene Rubber (NBR)* terhadap mutu Bantalan Mesin. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 24(1): 1-6.
- Blow, C.M. (2001). *Rubber Technology and Manufacture, 2nd Edition*, London: Butterworth Scientifics.
- Bondan, A.T. (2013). *Nano Brushing Rubber* Sebagai Bahan Pengisi Dalam Pembuatan Karet Tromol Kendaraan Bermotor Roda Dua. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 24(2): 82-89.
- Bondan, A.T. (2009). *Pemanfaatan Brushing Rubber* Dalam Pembuatan Prodo Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan *Nano Technology*. (Laporan Hasil Penelitian). Palembang: Baristand Industri Palembang.
- Boonstra, B.B. (2005). Reinforcement by Filler. *Journal of Rubber Age*. 92(6). 227-235.
- Harper. (2004). Modifikasi Karet Alam dan Perubahan Sifat Fisiknya. *Prosiding Seminar Ilmiah-LIPI. Puslitbang Fisika Terapan LIPI. Bandung*.
- Hermiwati, Purnomo, D., dan Supranto. (2003). Sifat *Filler* Kayu Kering terhadap Vulkanisat karet. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*. 19(1): 32-39.
- Ismail, H., Jaffri, R.M., Rozman, H.D. (2003). The Effects of Filler Loading and Vulcanisation System on Properties of Oil Palm Wood Flour-Natural Rubber Composites. *Journal of Elastomers and Plastics*. 35(2): 181-192.
- Kusnata, T. (1976). *Pengujian Fisika Karet*. Bogor: Balai Penelitian Perkebunan Bogor.
- Prasetya, H.A., dan Marlina, P. (2013). Penggunaan Sekam Padi Sebagai Bahan Pengisi Dan Antioksidan Pada Pembuatan Kompon Karet. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 24(2): 66-73.
- Prasetya, H.A. (2012). Pengaruh Ukuran Partikel Arang Ampas Tebu Terhadap Karakteristik Vulkanisasi Kompon ban luar Kendaraan Bermotor Roda Dua. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 23(2): 77-84.
- Prasetya, H.A. (2012). Penggunaan Antioksidan Gambir dan Pengaruhnya terhadap karakteristik Kompon Karet Pegangan Setang Sepeda Motor (*Grip Handle*). *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 23(1): 30-38.
- Rahman, N. (2005). *Pengetahuan Dasar Elastomer. Kursus Teknologi Barang Jadi Karet Padat*. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Refrizon. (2003). *Viskositas Mooney Karet Alam*. Medan: Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara.

- Suharto, H. (2003). *Desain Kompon*. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Supratiningsih, S. (2005). Pengaruh RSS/SBR dan Filler CaCO_3 terhadap sifat Fisis Kompon Karpet Karet. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*. 21(1): 34-40.