

PEMANFAATAN MINYAK BIJI KARET EPOKSI DAN PASIR KUARSA DALAM PEMBUATAN KARET *GRIP HANDLE* KENDARAAN BERMOTOR RODA DUA

THE USE OF EPOXIDED RUBBER SEED OIL AND QUARTZ SAND IN PRODUCTION OF GRIP HANDLE RUBBER OF MOTOR VEHICLE

Rahmaniar dan Aprillena Tornadez Bondan

Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang

e-mail : rahmaniar_eeen@yahoo.co.id, benaprio@gmail.com

Diterima: 21 Februari 2017; Direvisi : 4 Maret 2017 – 30 April 2017; Disetujui: 30 Juni 2017

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan formulasi kompon karet *grip handle* yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI), dengan menggunakan variasi bahan pelunak minyak biji karet epoksi dan variasi bahan pengisi silika pasir kuarsa. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua kali pengulangan. Faktor pertama berupa konsentrasi minyak biji karet epoksi (A) berturut-turut: $A_1 = 1$ phr; $A_2 = 1,5$ phr, dan $A_3 = 2$ phr. Faktor kedua yaitu konsentrasi pasir kuarsa dengan ukuran partikel 200 mesh (B) berturut-turut: $B_1 = 30$ phr; $B_2 = 40$ phr; $B_3 = 50$ phr, dan $B_4 = 60$ phr. Pengujian mutu karakteristik kompon karet yaitu uji tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan sobek dan berat jenis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai karakteristik fisik kompon dengan hasil perlakuan terbaik terdapat pada formula A_1B_2 (variasi bahan pelunak 1 phr dan silika pasir kuarsa 40 phr) dengan nilai hasil uji tegangan putus 77,98 kg/cm², perpanjangan putus 661%, ketahanan sobek 34,1 kg/cm dan berat jenis 1,24 g/ml. Hasil uji kompon dari perlakuan A_1B_2 memenuhi SNI 06-7031-2004 untuk *grip handle*.

Kata kunci : kompon karet, *grip handle*, minyak biji karet epoksi, pasir kuarsa.

Abstract

This study aimed to find a grip handle rubber compound formulations that meet the requirements of National Standard of Indonesia (SNI). This research used variety of plasticizers from epoxy of rubber seed oil and the filler variety of silica quartz sand. The research design used was completely randomized design (CRD) with two repetitions. The first factor was the epoxy of rubber seed oil concentration (A), respectively: $A_1 = 1$ phr; $A_2 = 1.5$ phr, and $A_3 = 2$ phr. The second factor was the concentration of quartz sand with the particle size 200 mesh (B), respectively: $B_1 = 30$ phr; $B_2 = 40$ phr; $B_3 = 50$ phr, and $B_4 = 60$ phr. Quality testing for the characteristics of a rubber compound were tensile strength, elongation at break, tear resistance and density. The results showed that the value of the physical characteristics of the compound with the best treatment results were the formula A_1B_2 (used 1 phr of rubber seed oil and 40 phr of silica quartz sand) with the value of tensile strength test results 77.98 kg/cm², elongation at break 661%, tear resistance 34.1 kg/cm and density 1.24 g/ml. The test result of compound from of A_1B_2 treatment met the SNI 06-7031-2004 for grip handle.

Keywords: rubber compound, grip handle, rubber seed oil epoxy, quartz sand.

PENDAHULUAN

Barang jadi karet yang kualitas yang baik dapat terwujud dari proses pencampuran bahan baku karet alam dengan beberapa bahan kimia dengan komposisi tepat sehingga menghasilkan kompon karet yang baik. Kompon karet merupakan campuran karet mentah dengan bahan kimia misalnya bahan

pelunak, bahan pengisi dan antioksidan. Menurut Haris (2004), bahan kimia kompon karet yaitu bahan pemvulkanisasi, pencepat, penggiat, antidegradasi, pengisi, pelunak dan bahan-bahan khusus.

Bahan pelunak merupakan salah satu bahan kimia inti sebagai penyusun struktur molekul yang banyak digunakan

dalam pembuatan kompon untuk barang jadi karet. Pengerasan kompon akan mengakibatkan kualitas produk barang jadi karet menurun, oleh karena itu perlu adanya campuran bahan pelunak. Bahan pelunak merupakan senyawa organik yang dikenal dengan nama *peptiser*, *plasticiser* dan *softener*. Bahan pelunak pada pembuatan kompon karet saat ini banyak digunakan berasal dari minyak bumi (*petroleum oil*) yaitu jenis minyak mineral seperti parafinik, naftenik dan aromatik. Selain bahan pelunak, antioksidan digunakan untuk memperlambat dan mencegah kerusakan dikarenakan adanya radikal bebas melalui penghambatan mekanisme oksidasi (Rohman & Riyanto, 2005).

Karet alam memerlukan bahan pengisi penguat (*reinforcing filler*) seperti karbon hitam untuk membentuk kekuatan mekanis yang baik pada vulanisat dan bahan pengisi meningkatkan kekerasan dalam waktu yang sama (Ciesielski, 1999). Bahan pengisi adalah campuran dari berbagai material (Rihayat, 2007) dimana efek penguatan bahan pengisi ditentukan oleh ukuran partikel, keadaan permukaan dan bentuk, kehalusan butiran dan kerataan penyebarannya. Jenis dan jumlah bahan pengisi ditentukan terutama oleh karakteristik produk yang diinginkan dan kelenturannya. Salah satu bahan pengisi penguat yang sering dipakai dalam pembuatan kompon karet adalah *carbon black*. Karena *carbon black* diperoleh dari turunan minyak bumi yang tidak terbarukan.

Masing-masing bahan pengisi mempunyai fungsi yang berbeda dalam menghasilkan barang jadi karet. Penelitian bahan pengisi yang berasal dari non minyak bumi diantaranya Rahmani (2006), meneliti pembuatan kompon karet ban kendaraan bermotor dengan menggunakan batu apung sebagai bahan pengisi pengganti *carbon black*. Hasil penelitiannya menunjukkan karakteristik kompon ban kendaraan bermotor memenuhi spesifikasi pasaran untuk kekerasan, tegangan putus, namun tidak memenuhi spesifikasi pasaran untuk perpanjangan putus dan ketahanan kikis.

Marlina et al. (2011) menggunakan komposit serbuk gergaji dan pasir kuarsa untuk pembuatan kompon ban luar kendaraan bermotor roda dua. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit serbuk gergaji dan pasir kuarsa menghasilkan sifat fisik kompon ban luar kendaraan bermotor seperti kekerasan, tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan kikis dan ketahanan sobek memenuhi spesifikasi komersil.

Pasir kuarsa dapat digunakan sebagai alternatif bahan pengisi karena pasir kuarsa secara teoritis mengandung unsur kimia yang dapat menambah kekuatan ikatan yang terjadi pada komponen barang jadi karet. Pasir kuarsa berasal dari bahan galian yang mengandung kristal-kristal silika (SiO_2) dan dapat digunakan sebagai bahan pengisi (Hadi et al., 2010). Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan feldspar (kalium, natrium, dan kalsium alumino silikat.). Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang terendapkan ditepi-tepi sungai, danau atau laut. Komposisi yang paling banyak terdapat pada pasir kuarsa adalah Silika dioksida (SiO_2) sebanyak 99,08%, oleh sebab itu pasir kuarsa sering disebut dengan Silika dioksida (SiO_2). Pasir kuarsa merupakan komposisi gabungan dari SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , MgO , K_2O , Na_2O , S , P_2O_5 , TiO_2 , Cr_2O_3 , MnO_2 (Sumarno et al., 2015). Disamping sebagai bahan pengisi dalam pembuatan produk karet dan bahan baku gelas, menurut Nozawa et al. (2005) silika dapat diaplikasikan untuk beberapa industri yang berhubungan dengan farmasi, katalis, keramik serta produksi pigmen, dan Hong et al. (2009) mengatakan bahwa kalsium dan silika yang telah menjadi nanokomposit dapat dijadikan bahan bioaktif yang diterapkan dalam perbaikan jaringan tulang.

Bahan pelunak dan bahan pengisi yang berasal dari turunan minyak bumi akan menipis dari tahun ke tahun sehingga perlu adanya alternatif bahan pengganti

yang dapat diperbarui. Minyak biji karet adalah salah satu minyak nabati yang dapat diperbarui. Biji karet merupakan biji yang mengandung banyak minyak (Asuquo, et al., 2012). Minyak biji karet diproses dari biji karet (*Hevea brasiliensis*) yang tergolong sebagai minyak berwujud cair dan mudah teroksidasi, tidak tersaturasi dan bersifat semi *drying*, dapat digunakan dalam pembuatan cat, sabun, *alkid resin* dan pelumas kayu (Bello et al., 2015). Minyak biji karet dalam biji karet kering berkisar 35-45%, asam lemak jenuh 17-82%, asam lemak tak jenuh, dan sebanding dengan minyak lain (*drying oil*) yang biasa digunakan untuk pelumas permukaan (Aigbodion & Pillai, 2000).

Karet pegangan setang (*grip handle*) sepeda motor adalah karet vulkanisat yang berbentuk dan berukuran tertentu yang berfungsi sebagai alas pegangan pengendara sepeda motor. Karet pegangan setang (*grip handle*) sering mengalami kerusakan, yaitu akibat pengaruh cuaca atau pemakaian. Penelitian ini menggunakan bahan pelunak epoksi minyak biji karet, dan bahan pengisi dari pasir kuarsa yang bukan merupakan unsur minyak bumi untuk pembuatan kompon karet. Tujuan dari penelitian ini adalah menemukan formulasi kompon karet *grip handle* yang memenuhi Standar Nasional Indonesia SNI) 06-7031-2004 untuk *grip handle*, (dengan menggunakan variasi bahan pelunak minyak biji karet epoksi dan variasi bahan pengisi silika pasir kuarsa.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah SIR 20, EPDM, struktol, chemisil, PEG, zink oksida, asam stearat, sulfur, cumaron resin, TMTD, CBS, minyak biji karet epoksi, silika pasir kuarsa dan beta karotin dari limbah cair pabrik kelapa sawit (PKS).

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *open mill* L 140 cm D18

cm kapasitas 1 kg, neraca analitis, timbangan metler p120 kapasitas 1200 g, *glassware*, timbangan duduk merek *Berkel* kapasitas 15 kg, *cutting scraf* besar, alat *press*, cetakan *sheet*, gunting dan alat uji laboratorium.

Rancangan Percobaan

Penelitian dirancang dengan menggunakan 2 faktor, yaitu faktor konsentrasi minyak biji karet epoksi (A) dan faktor konsentrasi pasir kuarsa (B) berukuran partikel 200 mesh. Konsentrasi minyak biji karet epoksi berturut-turut: $A_1 = 1$ phr; $A_2 = 1,5$ phr; dan $A_3 = 2$ phr. Konsentrasi pasir kuarsa (B) berturut-turut: $B_1 = 30$ phr, $B_2 = 40$ phr, $B_3 = 50$ phr, dan $B_4 = 60$ phr. Formula pembuatan *grip handle* yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 1.

Tahapan Penelitian

- a. Ekstraksi minyak biji karet epoksi
- b. Pembuatan kompon karet (Thomas, 2005)
 1. Persiapan bahan

Bahan kimia dari masing-masing formula kompon ditimbang sesuai dengan yang telah ditentukan. Jumlah dari setiap bahan didalam formula kompon dinyatakan dalam PHR (berat per seratus karet) dengan memperhatikan faktor konversinya.

2. *Mixing* (pencampuran)

Proses pencampuran dilakukan dalam gilingan terbuka (*open mill*), yang telah dibersihkan. Selanjutnya dilakukan proses :

- a) Mastikasi polimer selama ± 15 menit.
- b) Pencampuran polimer dengan bahan kimia sebagai berikut:

- 1) Ditambahkan bahan penggiat/*activator* (ZnO dan asam stearat) dan antioksidan (*cumaron resin*, TMTD dan BHT). Potong setiap sisi satu sampai tiga kali selama ± 10 menit.

- 2) Ditambahkan *accelerator* (CBS), dipotong setiap sisi satu sampai tiga kali selama ± 10 menit.

Tabel 1. Formula pembuatan kompon *grip handle*

No	Nama Bahan	Formula (phr)											
		A1 B1	A1 B2	A1 B3	A1 B4	A2 B1	A2 B2	A2 B3	A2 B4	A3 B1	A3 B2	A3 B3	A3 B4
1.	SIR 20	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
2.	EPDM	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
3.	Struktol	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4.	Chemisil	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
5.	PEG	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6.	Asam stearat	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7.	ZNO	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8.	Pasir kuarsa	30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60
9.	Minyak biji karet	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2
10.	Antioksidan	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
11.	Cumaron resin	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
12.	CBS	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
13.	TMTD	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
14.	Sulfur	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

- 3) Kompon dikeluarkan dari *open mill* dan ditentukan ukuran ketebalan lembaran kompon dengan menyatel jarak *roll* pada cetakan sheet, lalu dikeluarkan dan diletakkan diatas plastik transparan. Selanjutnya dilakukan *master bed* terhadap kompon ± 24 jam.
- 4) Ditambahkan vulkanisator (*sulfur*) lalu dipotong setiap sisi satu sampai tiga kali selama ± 10 menit.
- 5) Dilakukan prosedur ini untuk kompon 1 sampai dengan kompon 12.

Kompon karet yang dihasilkan diuji mutunya sehingga dapat diketahui kelemahan maupun kelebihanannya. Parameter yang diuji yaitu tegangan putus (*tensile strength*), perpanjangan putus (*elongation at break*), ketahanan sobek (*tear resistance*) dan berat jenis (*density*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan sobek dan berat jenis barang jadi karet setang (*grip handle*) sepeda motor dibandingkan dengan standar syarat mutu karet pegangan setang (*grip handle*) sepeda motor SNI 06-7031-2004. Syarat mutu tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat mutu karet pegangan setang (*grip handle*) sepeda motor

No	Pengujian	Syarat mutu
1.	Tegangan putus	Min 70 kg/cm ²
2.	Perpanjangan putus	Min 200 %
3.	Ketahanan sobek	Min 30 kg/cm
4.	Berat jenis	Mak 1,300 g/ml

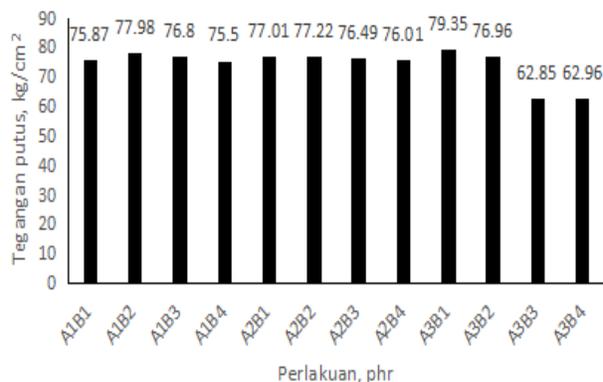
Tegangan putus

Hasil pengujian tegangan putus tertinggi bernilai 79,35 kg/cm² (formula A3B1) dan hasil pengujian tegangan putus terendah adalah 62,85 kg/cm² (perlakuan A33). Hasil pengujian tegangan putus dapat dilihat pada Gambar 1, dimana hasil uji untuk formula dari A1B1 hingga A3B2 memenuhi SNI 06-7031-2004 untuk *grip handle*, yaitu tegangan putus min 70 kg/cm² (BSN, 2004). Nilai tegangan putus yang tidak memenuhi SNI 06-7031-2004 adalah kompon pada formula A3B3 dan A3B4.

Jumlah bahan pengisi dan bahan pelunak yang digunakan dalam kompon karet sangat mempengaruhi nilai tegangan putus (Rahmaniar dan Nuyah, 2016). Kompon karet akan mengalami pengerasan bila tidak diimbangi dengan bahan pelunak yang cukup. Penambahan pasir kuarsa dalam pembuatan barang jadi karet cenderung menaikkan nilai tegangan putus, hal ini dikarenakan pasir kuarsa merupakan bahan pengisi penguat. Bahan

pengisi dapat meningkatkan sifat fisik dan memperbaiki karakteristik barang jadi karet.

Penurunan yang terjadi pada kompon A3B3 dan A3B4 kemungkinan disebabkan oleh kombinasi jumlah bahan pengisi dan bahan pelunak yang kurang tepat dalam pembuatan kompon karet. Sommer (2009) menyatakan bahwa terdapat batasan yang memperbolehkan penambahan bahan pengisi, karena penambahan bahan pengisi mempengaruhi karakteristik pemrosesan dan juga sifat senyawa yang saling terkait.



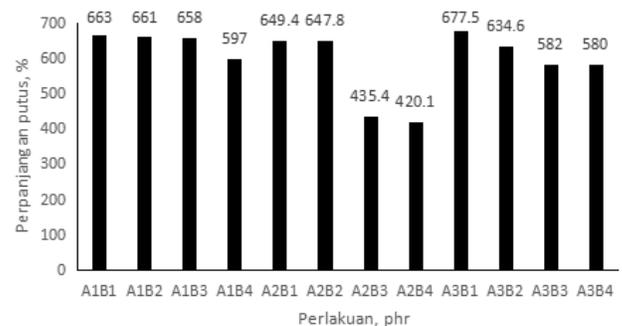
Gambar 1. Hasil uji tegangan putus kompon *Grip Handle*

Perpanjangan Putus

Karbon hitam, termasuk karbon hitam grafit, dan silika termasuk silika hidrofob, digunakan untuk memvariasikan aglomerasi bahan pengisi dan kekuatan penyerapan polimer baik dalam karet alam yang bersifat non polar dan NBR yang bersifat polar (Pal et al., 2010). Kompon karet yang mengandung banyak bahan pengisi yang mudah larut (*diluent*), skrap, atau karet rekondisi (*reclaim*), secara signifikan lebih lemah daripada kompon kualitas tinggi, sehingga penggunaannya tidak mempersyaratkan kekuatan tarik yang ketat (Sommer & Yeoh, 2011).

Penelitian ini menggunakan bahan pengisi pasir kuarsa yang bersifat tidak mudah larut, dimana hasil pengujian perpanjangan putus untuk seluruh kompon

grip handle melebihi persyaratan minimal dalam SNI 06-7031-2004 untuk *grip handle*. Syarat mutu untuk parameter perpanjangan putus *grip handle* adalah min 200% (BSN, 2004). Perpanjangan putus tertinggi adalah 677,5% terdapat pada formula A3B1, dan hasil pengujian perpanjangan putus terendah adalah 420,1% untuk formula A2B4. Nilai perpanjangan putus kompon *grip handle* dapat dilihat pada Gambar 2.



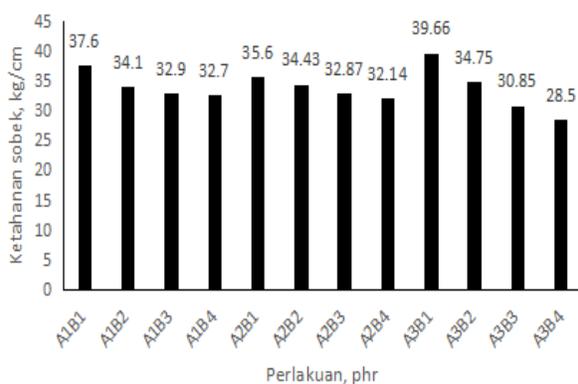
Gambar 2. Hasil uji perpanjangan putus kompon *Grip Handle*

Tegangan putus dan perpanjangan putus untuk kompon yang tahan terhadap minyak persyaratannya kurang ketat dibanding dengan kompon yang tahan non-minyak, hal ini dikarenakan kompon berbasis karet alam secara intrinsik lebih kuat daripada kompon berbasis karet sintetis yang digunakan untuk ikatan tahan minyak, selain itu kekuatan tarik dan perpanjangan putus yang khas dari ikatan karet alam berkualitas baik biasanya sangat sulit dicapai oleh kompon berbahan karet sintetis (Sommer & Yeoh, 2011). Kompon *grip handle* pada penelitian ini dalam formulasinya menggunakan kombinasi antara karet alam (SIR 20) dan karet sintetis (EPDM) yang memungkinkan kompon memiliki perpanjangan putus yang bagus dan kompon akan tahan untuk kondisi minyak maupun non minyak.

Ketahanan Sobek

Penggunaan bahan tambahan tidak hanya mempengaruhi nilai akhir barang jadi karet, tetapi juga mempengaruhi perilaku proses pembentukan kompon (Sommer,

2009). Minyak biji karet terepoksi (*Epoxidized Rubber Seed Oil/ERSO*) sebagai plasticizer dalam *akrilonitril butadiena* (NBR) di berbagai tingkat epoksidasi dapat digunakan sebagai volatilitas yang rendah dan tidak terlalu mudah dilepas, dan penggunaannya di NBR memberi ketahanan abrasi yang baik, sedangkan kekuatan tarik dan ketahanan sobeknya sebanding dengan vulkanisat yang mengandung *phthalate* sebagai *plasticizer* (Joseph et al., 2003)



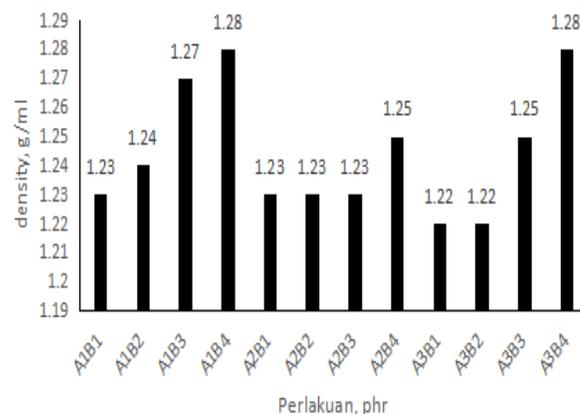
Gambar 3. Hasil uji ketahanan sobek kompon *Grip Handle*

Hasil uji ketahanan sobek kompon *grip handle* berkisar antara 28,5 (formula A3B4) hingga 39,66 kg/cm (formula A3B1). Hasil pengujian ketahanan sobek yang terdapat pada Gambar 3, untuk formula A1B1 sampai dengan formula A3B3 memenuhi SNI 06-7031-2004 untuk *grip handle* yaitu ketahanan sobek min 30 kg/cm (BSN, 2004).

Penggunaan silika mendukung proses yang baik dalam pembuatan barang jadi karet serta mempertahankan sifat fisiknya seperti ketahanan sobek dan ketahanan kikis, sehingga formulasi dengan menggunakan silika memungkinkan praktisi untuk mengurangi jumlah bahan pengisi, karena silika memiliki daya ikat yang lebih besar, dan kandungan bahan pengisi dapat disesuaikan dengan jumlah karet untuk menghasilkan elastisitas yang sesuai peruntukan kompon (Annemieke ten Brinke, 2002).

Berat Jenis

Hasil pengujian berat jenis kompon *grip handle* seperti yang terlihat pada Gambar 4, nilai tertinggi adalah 1,28 g/ml pada formula A1B4 dan A3B4, sedangkan hasil pengujian berat jenis terendah adalah 1,22 g/ml pada formula A3B1 dan A3B2. Hasil uji untuk formula A1B1 sampai dengan formula 12 memenuhi SNI 06-7031-2004 untuk *grip handle*, dimana syarat mutu untuk parameter berat jenis maksimum 1,300 g/ml (BSN, 2004).



Gambar 4. Hasil uji berat jenis kompon *Grip Handle*

Berat jenis ditentukan dengan tujuan untuk mengontrol berat kompon karet yang akan digunakan untuk membuat vulkanisat karet dengan hitungan berbasis volume (Basseri, 2005). Perbedaan nilai berat jenis kompon *grip handle* dipengaruhi oleh keadaan minyak biji karet yang tergantung pada suhu dalam proses pembuatan vulkanisat kompon karet. Bello et al. (2015) menyatakan bahwa pada suhu kamar minyak biji karet berwarna gelap dan berubah menjadi kecoklatan setelah proses transesterifikasi dan pencampuran (*blending*), selain itu minyak biji karet sangat sensitif terhadap panas dan berubah menjadi lateks jika suhu di atas 110°C.

Silika terendap juga mempengaruhi distribusi bahan pengisi dalam kompon. Menurut (Annemieke ten Brinke, 2002), silika terendap dalam jumlah banyak yang terdispersi memungkinkan terjadinya viskositas yang lebih rendah, sehingga

terjadi peningkatan kemampuan proses pencampuran dan ekstrusi. Selain itu, dispersi yang baik juga memungkinkan area kontak silika sebagai filler menjadi lebih besar dan homogenitas distribusi pengisi yang lebih baik di dalam senyawa kompon.

KESIMPULAN

Secara umum hasil uji kompon *grip handle* sepeda motor memenuhi syarat dalam SNI 06-7031-2004. Perlakuan terbaik didapat pada formula A₁B₂ (Variasi bahan pelunak inyak biji karet 1 phr dan bahan pengisi silika pasir kuarsa 40 phr), dengan nilai hasil uji yaitu tegangan putus 77,98 kg/cm², perpanjangan putus 661%, ketahanan sobek 34,1 kg/cm dan berat jenis 1,24 g/ml.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Baristand Industri Palembang atas pendanaan dalam penelitian, kepada tim pelaksana penelitian, para *reviewer* dan editor jurnal atas masukan yang telah diberikan untuk penyempurnaan tulisan ini.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian untuk bahan pelunak dan bahan pengisi untuk pembuatan barang jadi karet dari sumber yang dapat di perbaharui lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aigbodion, A. I., & Pillai, C. S. T. (2000). Preparation, analysis and applications of rubber seed oil and its derivatives in surface coatings. *Prog. Org. Coat*, 38, 187–192.
- Annemieke ten Brinke. (2002). *Silica Reinforced Tyre Rubbers*. Twente University Press.
- Asuquo, J. E., Anusiem, A. C. I., & Etim, E. E. (2012). Extraction and Characterization of Rubber Seed Oil. *International Journal of Modern Chemistry International Journal of Modern Chemistry*, 1(3), 109–115. Retrieved from
- <http://www.modernscientificpress.com/Journals/IJMChem.aspx>.
- Basseri, A. (2005). *Practice Theory of Finished Goods Rubber*. Bogor: Center for Research Technology of Rubber.
- Bello, E. I., Otu, F., & Rao, S. S. (2015). Physicochemical Properties of Rubber (*Hevea brasiliensis*) Seed Oil, Its Biodiesel and Blends with Diesel. *British Journal of Applied Science & Technology*, 6(3), 261–275. <http://doi.org/10.9734/BJAST/2015/12548>
- BSN. (2004). SNI 06-7031-2004 Karet Pegangan Setang (Grip Handle) Sepeda Motor. Indonesia: Badan Standardisasi Nasional.
- Ciesielski, A. (1999). *An Introduction to Rubber Technology*. *Nippon Gomu Kyokaishi* (Vol. 69). Shawbury, Shrewsbury, Shropshire SY4 4NR, United Kingdom: RAPRA Technology Ltd. <http://doi.org/10.2324/gomu.69.180>.
- Hadi, Suratman., Munasir, dan T. (2010). Sintesis Silika Berbasis Pasir Alam Bancar Menggunakan Metode Kopresipitasi, 1–5. <http://doi.org/10.12962/j24604682.v7i2.902>
- Haris, U. (2004). *Karet Alam Hevea dan Industri Pengolahannya*. Bogor.
- Hong, Z., Liu, A., & Chen, L. (2009). Preparation of Bioactive Glass Ceramic Nanoparticles by Combination of Sol- Gel and Co-precipitation Method. *Non-Crystalline Solids*, 355(6), 368–372.
- Joseph, R., Alex, R., Vinod, V. S., Premalatha, C. K., & Kuriakose, B. (2003). Studies on epoxidized rubber seed oil as plasticizer for acrylonitrile butadiene rubber. *Journal of Applied Polymer Science*, 89(3), 668–673. <http://doi.org/10.1002/app.12037>.
- Marlina, P., Rahmaniar, and R. (2011). *Nanokomposit silika karbida sebagai filler dalam pembuatan kompon ban luar kendaraan bermotor roda dua*. Jakarta.
- Nozawa, K., Gailhanou, H., Raison, L., Panizza, P., Ushiki, H., Sellier, E., ... Delville, M. H. (2005). Smart control of monodisperse stober silica particles: Effect of reactant addition rate on growth process. *Langmuir*, 21(4), 1516–1523. <http://doi.org/10.1021/la048569r>.
- Pal, K., Rajasekar, R., Kang, D. J., Zhang, Z. X., Pal, S. K., Das, C. K., & Kim, J. K. (2010). Effect of fillers on natural rubber/high styrene rubber blends with nano silica: Morphology and wear. *Materials and*

- Design*, 31(2), 677–686.
<http://doi.org/10.1016/j.matdes.2009.08.014>.
- Rahmaniar. (2006). *Pemanfaatan batu apung sebagai bahan pengisi dalam pembuatan kompon ban*. Palembang.
- Rahmaniar dan Nuyah. (2016). Pemanfaatan pasir kuarsa sebagai bahan pengisi dalam pembuatan karpet karet. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 27(2).
- Rihayat. (2007). Sintesa dan karakteristik sifat mekanik karet nano komposit. *Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*.
- Rohman, A., & Riyanto, S. (2005). Daya antioksidan ekstrak etanol Daun Kemuning (*Murraya paniculata* (L) Jack) secara in vitro Antioxidant potency of ethanolic extract of Kemuning. *Majalah Farmasi Indonesia*, 16(3), 136–140.
- Sommer, J. G. (2009). *Engineered Rubber Products. Engineered Rubber Products: Introduction to Design, Manufacture and Testing*. Munich: Hanser.
<http://doi.org/10.3139/9783446433441.fm>
- Sommer, J. G., & Yeoh, O. H. (2011). 10. Tests and Specifications. *Engineering with Rubber: How to Design Rubber Components*, 365–421.
<http://doi.org/doi:10.3139/9783446428713.011>.
- Sumarno, Novarita, P., January, M., & Yuniarti, Y. (2015). Pemurnian Pasir Silika dengan Metode Leaching Asam dan Bantuan Sonikasi. In *Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Thomas. (2005). *Disain Kompon*. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.