

MEMPELAJARI SIFAT FISIKA SOL KARET CETAK DENGAN *FILLER* CANGKANG TELUR AYAM

THE STUDY FISCAL PROPERTIES OF CHICKEN EGG SHELL AS FILLER IN SOLE RUBBER

Nella Febriani¹⁾, A.R. Fachry¹⁾ dan Suharman²⁾

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Palembang¹⁾,

Baristand Industri Palembang²⁾

e-mail : suharman.hadi@gmail.com

Diterima: 15 Februari 2016; Direvisi: 22 Februari - 28 Agustus 2016; Disetujui: 5 September 2016

Abstrak

Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari sifat fisika sol karet cetak dengan *filler* cangkang telur ayam. Sifat fisika yang dipelajari meliputi kekerasan, tegangan putus, ketahanan sobek dan ketahanan kikis. Penelitian dilakukan dengan 4 tahap yaitu pembuatan *filler* cangkang telur ayam, pembuatan sol karet cetak, pengujian sifat fisika dan penilaian secara visual. Perlakuan terdiri dari penggunaan cangkang telur ayam menggantikan *filler* karbon hitam meliputi perlakuan tanpa penggunaan cangkang telur ayam (A1), penggunaan *filler* cangkang telur ayam 15 Phr (B1), penggunaan *filler* cangkang telur ayam 30 Phr (C1) dan penggunaan *filler* cangkang telur ayam 45 Phr (D1). Hasil penelitian menunjukkan bahwa cangkang telur ayam dapat digunakan sebagai *filler* pada pembuatan sol karet cetak. Penggunaan *filler* cangkang telur ayam yang semakin meningkat menghasilkan sol karet cetak dengan kekerasan yang cenderung semakin menurun, tegangan putus yang semakin menurun, ketahanan sobek yang semakin menurun dan ketahanan kikis yang semakin meningkat. Secara fisual sol karet cetak yang dihasilkan dari *filler* cangkang telur ayam menghasilkan sol karet cetak yang baik (tidak cacat berupa sobek, lubang, lepuh, retak dan goresan).

Kata kunci : cangkang telur ayam, *filler*, sol karet cetak

Abstract

The research aimed to study the physical properties of rubber soles that using chicken egg shells as filler. The physical properties which were studied including hardness, tensile strength, tear resistance and abrasion resistance. The study was conducted with four stages, namely producing fillers from chicken egg shells, compounding sole rubber, testing the physical properties and visually assessment. The variation of using chicken egg shells as fillers were 0phr(A1); 15phr(B1); 30phr(C1) and 45phr(D1). The results showed that the chicken egg shells can be used as filler in rubber soles compounding. It is indicated that the addition of chicken egg shells as filler could decrease the values of hardness, tensile strength, tear resistance and abrasion resistance. However, based on visual assessment, the rubber soles is in good quality without defects such as rips, holes, blisters, cracks and straches.

Keywords : chicken egg shell, *filler*, rubber soles

PENDAHULUAN

Sol karet cetak adalah bagian bawah dari sepatu yang merupakan salah satu unsur penentu kualitas sepatu. Kualitas dari sol karet cetak sebagai komponen bawah sepatu sangat ditentukan oleh sifat-sifat fisiknya antara lain : kekerasan (*hardness*), tegangan putus (*tensile strength*), ketahanan sobek (*tear resistant*) dan ketahanan kikis (*abration resistence*). Salah satu bahan tambahan yang paling berpengaruh dalam pembuatan kompon sol karet cetak adalah bahan pengisi atau *filler*.

Karbon hitam adalah salah satu jenis bahan pengisi (*filler*) yang banyak digunakan dalam pembuatan berbagai barang jadi karet. Seiring dengan semakin menipisnya persediaan minyak bumi yang merupakan sumber bahan baku karbon hitam maka perlu dicari alternatif bahan sebagai pengganti karbon hitam sebagai *filler*.

Dalam penelitian ini dilakukan percobaan penggunaan *filler* dari cangkang telur ayam sebagai pengganti *filler* karbon hitam pada pembuatan sol karet cetak. Cangkang telur ayam menurut Tatang, (2015) adalah lapisan

berkapur yang menyusun 9-12 % dari berat telur. Cangkang telur mengandung 94% kalsium karbonat (CaCO_3), 1% magnesium karbonat (MgCO_3) dan 1% kalsium fosfat (CaSO_4), oleh karenanya cangkang telur ayam berpotensi untuk dijadikan sebagai *filler* pengganti karbon hitam (<http://tatang.com/2015>).

Penelitian mengenai bahan pengisi pada kompon karet telah banyak dilakukan. Fachry *et al.*, (2012) menyatakan bahwa penambahan *filler* kaolin pada pembuatan souvenir dari karet dapat memperbaiki elastisitas dan kekerasan. Lebih lanjut Prasetya, (2012) menyatakan bahwa arang aktif serbuk gergaji dapat digunakan sebagai *filler* pada pembuatan kompon ban kendaraan roda dua. Sama halnya dengan kaolin, cangkang telur ayam mengandung kalsium karbonat, magnesium karbonat, dan kalsium fosfat.

Filler pada pembuatan barang karet dapat mempengaruhi sifat mekaniknya (Dewi *et al.*, 2014). Sasongko (2012), menemukan bahwa lama waktu vulkanisasi dipengaruhi oleh luas permukaan bahan dan ukuran partikel dari *filler* yang dipergunakan. Bentuk partikel tidak berpengaruh terhadap *cure time* dan *scorch time* melainkan berpengaruh terhadap sifat mekanis kompon atau barang karet.

Selain sifat mekanik, *filler* juga akan mempengaruhi sifat fisika dari produk yang dihasilkan (Cifriadi dan Maspanger, 2005). Cangkang telur ayam dapat digunakan sebagai *filler* pada pembuatan kompon sol karet cetak karena mengandung kalsium karbonat yang bersifat mengikat pada ikatan bahan karet. Dewi *et al.*, (2005) menyatakan bahwa cangkang kulit telur ayam memiliki nilai ekonomis dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan sesuai dengan kandungan yang dimilikinya. Istiyati dan Dwi, (2013) menyatakan bahwa cangkang telur ayam dapat menjadi bahan untuk pembuatan keramik kalsium silikat.

Berbagai bahan yang dapat dijadikan sebagai *filler* pada pembuatan berbagai barang jadi karet seperti abu sekam padi dan arang aktif tempurung kelapa (Prasetya dan Marlina, 2013;

Marlina *et al.*, 2015; Prasetya, 2012; Nasution, 2006), nano brushing rubber (Bondan, 2013), abu terbang atau abu briket batubara dan arang cangkang sawit (Cifriadi dan Maspanger, 2005; Vachlepi dan Suwardin, 2015), kaolin (Daud, 2015), komposit batu apung dan clay (Bahri dan Rahmani, 2015), campuran silica dan kulit kerang darat (Fachry *et al.*, 2014)

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah *open mill*, neraca analitik, cetakan sol, ember/baskom, gunting, *blender*, sarung tangan dan peralatan pengujian fisika.

Bahan yang digunakan adalah karet SIR-20, MBTS (*mercapto benzothiazole disulfida*), ZnO (zink oksid), asam stearat, 6 PPD, karbon hitam, *white oil*, cangkang telur ayam, TMQ, DPG (*diphenylguanidine*) dan sulfur.

Metode

Penelitian dilakukan dengan 4 tahap yaitu pembuatan *filler* cangkang telur ayam, pembuatan sol karet cetak, pengujian sifat fisika dan penilaian secara visual sol karet cetak.

Tabel 1. Formula pembuatan sol karet cetak (phr)

Komposisi bahan	Perlakuan penelitian			
	A1	B1	C1	D1
Karet Alam (SIR 20)	100	100	100	100
ZnO	5.00	5.00	5.00	5.00
Asam Stearat	2.00	2.00	2.00	2.00
<i>Filler</i> karbon hitam	60	45	30	15
<i>Filler</i> cangkang telur ayam	0	15	30	45
MBTS	2.00	2.00	2.00	2.00
DPG	2.00	2.00	2.00	2.00
Sulfur	2.50	2.50	2.50	2.50
6-PPD	2.50	2.50	2.50	2.50
Oil	10.00	10.00	10.00	10.00
TMQ	1.50	1.50	1.50	1.50
Total	186.5	186.5	186.5	186.5

Waktu vulkanisasi 15 menit
Temperatur reaksi 150 °C

Variabel yang diteliti adalah formula penggunaan *filler* cangkang telur ayam pada pembuatan sol karet cetak. Perlakuan penelitian meliputi tanpa penggunaan *filler* cangkang telur ayam (A1), penggunaan *filler* cangkang telur ayam 15 Phr (B1), penggunaan *filler* cangkang telur ayam 30 Phr (C1) dan

penggunaan *filler* cangkang telur ayam 45 Phr (D1). Formula pembuatan sol karet cetak seperti pada Tabel 1.

Pembuatan *filler* cangkang telur ayam

Pembuatan *filler* cangkang telur ayam diawali dengan pemisahan cangkang telur ayam dari isinya. Pembersihan cangkang dari kotoran-kotoran yang melekat. Pengeringan pada oven atau penjemuran selama 3 hari. Penggilingan atau penghalusan cangkang telur dilanjutkan pengayakan pada ukuran 100 *mesh*.

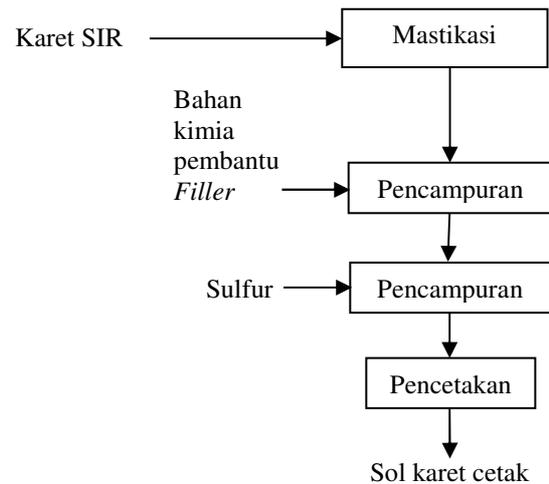
Pembuatan sol karet cetak

Pembuatan sol karet cetak dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan pemanasan mesin *open mill* dengan cara *open mill* digunakan untuk menggiling kompon selama 15 menit (hingga mencapai suhu 70 °C).

Mastikasi karet SIR 20 selama 5-6 menit (tidak lagi ada gelembung pada karet yang dimastikasi). Penambahan ZnO, dan penggilingan bersama karet SIR 20 sampai tercampur rata. Penambahan DPG, dan penggilingan sampai tercampur rata. Penambahan MBTS, dan penggilingan sampai tercampur rata.

Penambahan *stearat acid*, dan penggilingan sampai tercampur rata. Penambahan 6 PPD, dan penggilingan sampai tercampur rata. Penambahan TMQ, dan penggilingan sampai tercampur rata. Penambahan *filler* dan *white oil* secara bergantian, dan penggilingan sampai tercampur rata. Penambahan sulfur, dan penggilingan sampai tercampur rata. Penggilingan akhir untuk memastikan bahwa semua bahan telah tercampur secara merata atau homogen (*blending*).

Pengondisian kompon selama 24 jam. Selanjutnya pencetakan kompon menjadi sol karet dan pemvulkanisasian pada suhu 150 °C selama 10-15 menit. Diagram alir pembuatan sol karet cetak seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan sol karet cetak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sol karet cetak dianalisa sifat fisika yang terdiri dari kekerasan, tegangan putus, ketahanan sobek dan ketahanan kikis (Sidabutar, 2013).

Kekerasan (*Hardness, Shore A*) dianalisa menggunakan metode ASTM D 2240. Tegangan putus (*Tensile Strength, kg/cm²*) dianalisa menggunakan metode ASTM 214. Ketahanan sobek (*Tear Resistance, Kg/cm²*) dianalisa dengan menggunakan metode ASTM 624 dan ketahanan kikis (*Abrasion Resistance, mm³*) dianalisa menggunakan metode ASTM D 5963.

Hasil pengujian sifat fisika sol karet dengan *filler* cangkang telur ayam seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian sifat fisika sol karet cetak

Parameter uji	Perlakuan			
	A1	B1	C1	D1
Kekerasan	49-51	55-58	50-51	49-50
Tegangan putus	16.36	135.96	152.40	105.01
Ketahanan sobek	8.82	51.67	22.94	14.50
Ketahanan kikis	319.00	111.50	93.70	304.00

Kekerasan (*Hardness*)

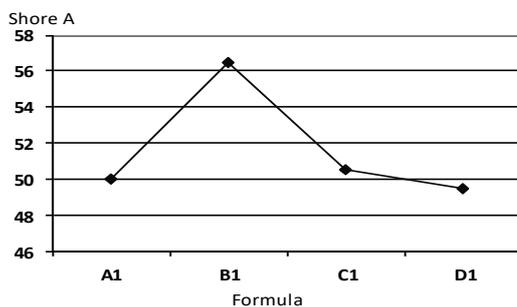
Hasil pengujian kekerasan terhadap sol karet cetak dengan *filler* cangkang telur ayam menunjukkan hasil yang cenderung mengalami penurunan dengan semakin meningkatnya penggunaan *filler*. Hasil terendah adalah

49 Shore A dan hasil tertinggi adalah 58 Shore A.

Filler cangkang telur ayam adalah bahan yang mengandung kalsium karbonat (CaCO_3), magnesium karbonat (MgCO_3) dan kalsium fosfat (CaSO_4). Dalam reaksinya dengan karet pada proses pembentukan ikatan di dalam karet, *filler* dari cangkang telur ayam tidak membentuk ikatan yang kuat sehingga berpengaruh terhadap kekerasan sol karet cetak yaitu sol karet cetak menjadi berkurang kekerasannya seiring dengan penambahan *filler* cangkang telur ayam. *Filler* dari cangkang telur ayam dikategorikan sebagai bahan pengisi tidak aktif. Kekerasan (*hardness*) merupakan ukuran kekakuan dari produk barang karet. Semakin lentur produk maka semakin rendah tingkat kekerasan (*hardness*) dari produk tersebut.

Marlina *et al.*, (2015) menyatakan bahwa penambahan bahan pengisi seperti arang tempurung kelapa dan nano silica sekam padi berpengaruh nyata terhadap kekerasan, tegangan putus, perpanjangan putus dan ketahanan kikis.

Sama halnya dengan penambahan *filler* karbon hitam (Sasongko, 2012). Fachry *et al.*, (2012) menyatakan bahwa dengan penambahan *filler* kaolin pada pembuatan souvenir karet menghasilkan produk dengan kekerasan yang optimal.



Gambar 2. Grafik hasil pengujian kekerasan

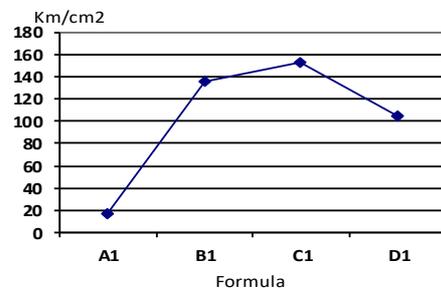
Pada penggunaan *filler* cangkang telur ayam dengan formula yang kecil (15 phr) hasil uji kekerasan menunjukkan nilai 55-58 Shore A dan pada formula 30 phr hasil uji menurun menjadi 50-51

Shore A selanjutnya menurun lagi pada penggunaan 45 phr yaitu 49-50 Shore A.

Tegangan putus

Hasil pengujian tegangan putus (*Tensile Strength*) terhadap sol karet cetak dengan *filler* cangkang telur ayam menunjukkan hasil yang cenderung mengalami penurunan. Hasil terendah adalah 105,01 Kg/cm^2 dan hasil tertinggi adalah 152,40 Kg/cm^2 .

Kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) dan kalium karbonat (CaCO_3) yang terdapat pada cangkang telur ayam mempengaruhi ikatan yang terjadi antara karet dengan *filler* cangkang telur ayam. Hal ini semakin memperlemah ikatan yang terjadi.



Gambar 3. Grafik hasil pengujian tegangan putus

Karbon hitam adalah bahan pengisi yang bersifat aktif sehingga berpengaruh terhadap tegangan putus dari vulkanisat karet yang dihasilkan, sedangkan *filler* dari cangkang telur ayam merupakan bahan pengisi yang bersifat tidak aktif sehingga dapat menurunkan tegangan putusnya.

Pada penggunaan *filler* cangkang telur ayam yang kecil (15 phr) hasil uji tegangan putus menunjukkan nilai 135,96 Kg/cm^2 dan pada formula 30 phr hasil uji meningkat menjadi 152,49 Kg/cm^2 tetapi kemudian menurun lagi secara tajam hingga mencapai nilai 105,01 Kg/cm^2 .

Ketahanan Sobek

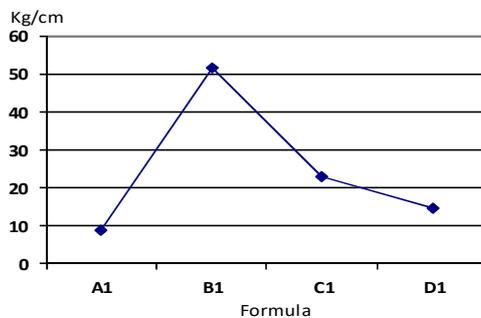
Hasil pengujian ketahanan sobek terhadap sol karet cetak dengan *filler* cangkang telur ayam menunjukkan hasil yang cenderung mengalami penurunan.

Hasil terendah adalah 14,50 Kg/cm² dan hasil tertinggi adalah 51,67 Kg/cm².

Kandungan kalsium karbonat (CaCO₃), magnesium karbonat (MgCO₃) dan kalsium fosfat (CaSO₄) yang terdapat pada *filler* dari cangkang telur ayam tidak saja menurunkan kekerasan dan tegangan putus tetapi juga menurunkan ketahanan sobek dari sol karet cetak yang dihasilkan.

Filler dari cangkang telur ayam merupakan bahan pengisi tidak aktif. Sifat ketahanan sobek (*Tear Resistance*) dipengaruhi oleh adanya bahan pengisi aktif seperti karbon hitam, oleh karena itu penggunaan *filler* cangkang telur ayam yang merupakan *filler* tidak aktif menurunkan nilai ketahanan sobek sol karet cetak yang dihasilkan.

Pada penggunaan *filler* cangkang telur ayam dengan jumlah yang sedikit (15 phr) hasil uji ketahanan sobek menunjukkan nilai 51,57 Kg/cm² dan pada formula 30 phr hasil uji menurun menjadi 22,94 Kg/cm² selanjutnya menurun lagi pada penggunaan 45 phr yaitu 14,50 Kg/cm².



Gambar 4. Grafik hasil pengujian ketahanan sobek.

Ketahanan Kikis

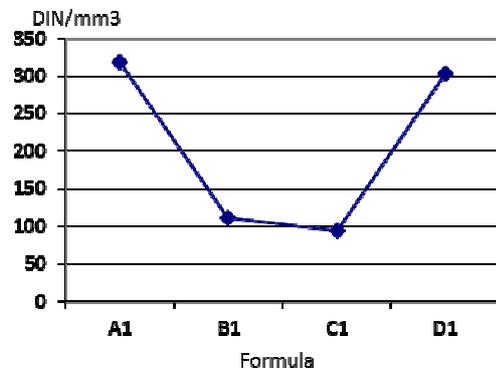
Hasil pengujian ketahanan kikis (*Abrasion Resistance*) terhadap sol karet cetak dengan *filler* dari cangkang telur ayam menunjukkan hasil yang cenderung mengalami peningkatan. Hasil terendah adalah 93,70 mm³ dan hasil tertinggi adalah 304,00 mm³.

Dalam reaksinya dengan karet pada proses pembentukan ikatan antara karet

dengan *filler* dari cangkang telur ayam menyebabkan ketahanan kikisnya menjadi meningkat. Hal ini sejalan dengan terjadinya penurunan kekerasan. Penurunan kekerasan akan menyebabkan semakin meningkatnya ketahanan kikis karena ikatan yang terjadi lebih kompak (lebih liat).

Mark (2005) menyatakan bahwa dalam pembuatan berbagai barang jadi karet bahan utama yang berupa karet alam atau karet sintesis harus ditambahkan dengan bahan-bahan pendukung lain seperti bahan pengisi. Proses pencampuran antara bahan utama dengan bahan tambahan tersebut akan menghasilkan produk yang memiliki sifat fisika yang baik.

Pada penggunaan *filler* cangkang telur ayam dengan formula yang kecil (15 phr) hasil uji ketahanan kikis menunjukkan nilai 111,50 mm³ dan pada formula 30 phr hasil uji sedikit menurun menjadi 93,70 mm³ selanjutnya pada penggunaan 45 phr meningkat dengan tajam menjadi 304,00 mm³.



Gambar 5. Grafik pengujian ketahanan kikis

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI.0778.2009) bahwa sol karet cetak dipersyaratkan dengan kekerasan 55-80 Shore A, tegangan putus minimal 50 Kg/cm², ketahanan sobek minimal 35 Kg/cm² dan ketahanan kikis maksimal 359 mm³.

Berdasarkan persyaratan SNI maka sol karet cetak dengan *filler* cangkang telur ayam pada formula (B1) yaitu penggunaan *filler* cangkang telur ayam

sebanyak 15 phr dapat memenuhi persyaratan SNI.

Hasil pengujian visual

Untuk melihat tampilan fisik terhadap sol karet cetak yang dihasilkan dengan filler dari cangkang telur ayam maka dilakukan juga pengujian secara visual. Pengujian secara visual ini dilakukan dengan pemeriksaan fisik terhadap sol karet cetak yang dihasilkan.

Hasil pengamatan visual menunjukkan tidak terdapat cacat dan rusak yang berupa sobek, lubang, lepuh, retak dan goresan pada hasil sol karet cetak yang dibuat dengan filler cangkang telur ayam.

KESIMPULAN

Cangkang telur ayam dapat digunakan sebagai filler pada pembuatan sol karet cetak. Formula penggunaan filler cangkang telur ayam 15 Phr (B1) menghasilkan sol karet cetak yang memenuhi persyaratan SNI dari sisi kekerasan, tegangan putus, ketahanan sobek, ketahanan kikis dan visual.

Formula penggunaan filler cangkang telur ayam 15 Phr (B1) menghasilkan sol karet cetak dengan nilai kekerasan (*hardness*) 55-58 Shore A, tegangan putus (*Tensile Strength*) 135.96 Kg/cm², ketahanan sobek (*Tear Resistance*) 51.67 Kg/cm² dan ketahanan kikis (*Abrasion Resistance*) 111,50 mm³ dan menghasilkan sol karet cetak dengan penampakan yang baik (sol karet tidak cacat dan rusak yang berupa sobek, lubang, lepuh, retak dan goresan).

SARAN

Penggunaan filler dari bahan lain sebagai pemanfaatan limbah atau pemanfaatan sumberdaya alam lokal dalam rangka penekanan biaya produksi perlu terus dipayakan.

DAFTAR PUSTAKA

BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2009. *SNI 0778:2009 Sol karet cetak*.
Bondan. A. T. (2013). Nano Brushing Rubber sebagai Bahan Pengisi dalam

Pembuatan Karet Tromol Kendaraan Bermotor Roda Dua. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. Vol.24 No.2 : 82-89.
Cifriadi, A dan Maspanger, D. (2005). Sifat Teknis Vulkanisat Sol Sepatu Karet Alam Menggunakan Bahan Pengisi Abu Terbang. *Makalah Balai Penelitian Teknologi Karet*. Bogor.
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 No.1 : 41-48.
Dewi, I. R dan Herminiwati. (2014). *Lateks Karet Alam Untuk Sol Sepatu: Metode Pembuatan, Sifat Mekanik dan Morfologi*. Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik. Yogyakarta.
Dewi, P.A. (2015). Peluang Bisnis Cangkang Telur Ayam (online). (<http://anaamikom.blogspot.co.id/2015/03/peluang-bisnis-cangkang-telur.html>). Diakses pada tanggal 5 November 2015.
Fachry. A R, Tuti, I. S, Putra. B. A., dan Kristianto. D. A.. (2012). *Pengaruh Penambahan Filler Kaolin Terhadap Elastisitas dan Kekerasan Produk Souvenir dari Karet Alam*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik : Universitas Sriwijaya. Prosiding SNTK Topi. Pekanbaru.
Fachry. A R, Tuti, I. S, Sthevanie, dan Susi, S. (2014). *Pengaruh Filler Campuran Silika dan Kulit Kerang Darat Terhadap Sifat Mekanis Kompon Sol Sepatu Dari Karet Alam*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik : Universitas Sriwijaya.
Istiyati dan Dwi. A. (2013). *Fabrikasi Karakterisasi Keramik Kalsium Silikat dari Komposisi Cangkang Telur dan Silika Komersial dengan Reaksi Padatan pada Suhu 1300 °C*. Jurusan Fisika Fakultas MIPA. Lampung : Universitas Lampung.
Mark. J.E, dkk. (2005). *Science and Technology of Rubber Third Edition*. Elsevier : Amsterdam.
Nasution. D. Y. (2006). Pengaruh Ukuran Partikel dan Berat Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Sifat Kuat Sobek, Kekerasan dan Ketahanan Abrasi Kompon. *Jurnal Sains Kimia* Vol. 10: 86-91.
Popy, M., Pratama, F., Hamzah, B., Pambayun, R. (2015). Karakteristik Kompon Karet dengan Bahan Pengisi Arang Aktif Tempurung Kelapa dan Nano Silika Sekam Padi. *Jurnal*

Teknologi Industri Pertanian 25(1) : 85-93.

- Prasetya. H.A, (2012). Arang Aktif Serbuk Gergaji sebagai Bahan Pengisi untuk Pembuatan Kompon Ban Luar Kendaraan Bermotor. *Jurnal Riset Industri*. Vol.7 Nomor 2 (165-173)
- Prasetya. H.A dan Popy. M. (2013). Penggunaan Sekam Padi sebagai Bahan Pengisi dan Antioksidan pada Pembuatan Kompon Karet. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* Vol.24 No. 2 (66-73)
- Rahmawati. (2009). *Pengaruh Komposisi Arang Cangkang Kelapa Sawit dan Hitam Arang (Carbon Black) Terhadap Kualitas Kompon Karet Sol Sepatu*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sasongko. A. R. (2012). *Studi Pengaruh Ukuran Partikel dan Jumlah PHR Carbon Black Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Sifat Mekanik Produk Karet Alam*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. Depok.
- Sidabutar. V.T.P. (2013). *Metode Pengujian Sifat Fisik Barang Jadi Karet*. Balai Besar Pendidikan dan Pelatihan Ekspor Indonesia, Direktorat Jendral Pengembangan Ekspor Nasional Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. Jakarta.
- Tatang. (2015). Komposisi Senyawa Kimia dalam Cangkang Telur ayam. <http://tatang.com/2015/01.html>.
- Vachlepi. A, Suwardin. D. (2015). Kajian Pembuatan Kompon Karet Alam dari Bahan Pengisi Abu Briket Batubara dan Arang Cangkang Sawit. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. Vol 26 No.1 Juni 2015 : hal 1-9.