

Pengaruh Suhu dan Waktu Vulkanisasi Terhadap Sifat Kekerasan dan Visual Produk Footstep Sepeda Motor

The Effect of Temperature and Time of Vulcanization on Hardness and Visual Properties of Motorcycle Footstep Products

Febrina Delvitasari^{1*}, Maryanti¹

¹Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Negeri Lampung
Jl. Soekarno Hatta No.10 Rajabasa, Bandar Lampung 35144

*Correspondence e-mail: febrina.delvitasari@polinela.ac.id

Naskah diterima: 21 September 2020; Naskah disetujui : 09 Oktober 2020

ABSTRACT

The most important stage in making rubber compound is the vulcanization process, which is also strongly influenced by the temperature and time of vulcanization. If the choice of temperature and vulcanization time does not match the optimal conditions, the quality of the resulting rubber compound will be poor. The aim of this study was to obtain the best temperature and time of vulcanization of motorcycle footstep products on the parameters of its hardness and visual properties. The experimental design used was a randomized block design (RBD) two treatments with three replications. The first treatment is the vulcanization temperature (T1 = 130°C, T2 = 140°C, T3 = 150°C) and the second treatment is the vulcanization time (S1 = 10 minutes, S2 = 15 minutes). The experimental compound will then be compared with the manufacturer compound (FP). The results showed that the temperature and time of vulcanization significantly affected the parameters of the nature of hardness, but there was no interaction between the two. The best treatment for motorcycle footstep products is the vulcanization process with a temperature of 140°C for 15 minutes. Based on visual observation, the product was not detected by crecking, buble and barmy.

Keywords: Hardness, Motorcycle footstep, Visuals, Vulcanization temperature, Vulcanization time

ABSTRAK

Tahapan terpenting pada pembuatan kompon karet adalah proses vulkanisasi, dimana juga sangat dipengaruhi oleh suhu dan waktu vulkanisasi. Apabila pemilihan suhu dan waktu tidak sesuai dengan kondisi optimal, maka kualitas kompon karet yang dihasilkan akan kurang baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan suhu dan waktu vulkanisasi produk *footstep* sepeda motor terbaik pada parameter sifat kekerasan dan visualnya. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dua perlakuan dengan tiga ulangan. Perlakuan pertama adalah suhu vulkanisasi (T1=130°C, T2=140°C, T3=150°C) dan perlakuan kedua yaitu waktu vulkanisasi (S1=10 menit, S2=15 menit). Kompon hasil percobaan kemudian akan dibandingkan dengan kompon pabrikan (FP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan waktu vulkanisasi berpengaruh nyata terhadap parameter sifat kekerasan, tetapi tidak terdapat interaksi antara keduanya. Perlakuan terbaik pada produk *footstep* sepeda motor adalah proses vulkanisasi dengan suhu 140°C selama 15 menit. Berdasarkan hasil pengamatan visual, produk yang dihasilkan tidak terdapat *creking*, *buble* dan *barmy*.

Kata kunci: Kekerasan, *Footstep* sepeda motor, Visual, Suhu vulkanisasi, Waktu vulkanisasi

PENDAHULUAN

Barang jadi karet merupakan salah satu potensi produk Indonesia pada masa sekarang dan akan datang. Salah satu contoh barang jadi karet yang permintaannya terus meningkat adalah *footstep* (pijakan kaki) sepeda motor. *Footstep* merupakan komponen penting pada kendaraan bermotor yang sering mengalami kerusakan atau aus. Komponen ini sering mendapat tekanan dan gesekan dari penggunaannya sehingga mudah mengalami keausan. Makin tingginya kebutuhan masyarakat terhadap kendaraan roda dua akan meningkatkan kebutuhan komponen pijakan kaki sepeda motor.

Politeknik Negeri Lampung melalui *Polytechnic Education Development Program* (PEDP) membuat program Pengembangan Pusat Unggulan Teknologi Industri Primer Karet Alam dan Produk Turunannya, salah satunya adalah produk *footstep* sepeda motor. Usaha untuk menemukan formulasi kompon (bahan baku) *footstep* sepeda motor telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Winarto, dkk. (2017) dan Maryanti, dkk. (2018a) menyatakan bahwa formula yang tepat untuk pembuatan kompon karet sepeda motor menggunakan campuran karet alam SIR 20, *carbon black* dan bahan kimia lainnya. Maryanti, dkk. (2018b) juga menyatakan bahwa ukuran partikel carbon black yang sesuai untuk pembuatan *footstep* sepeda motor yaitu CB 330 (26 – 30 nm) dengan jumlah 55 phr.

Selain formula yang tepat, kualitas *footstep* sepeda motor juga dipengaruhi oleh proses produksi terutama temperatur dan lama waktu vulkanisasi (pemasakan). Vulkanisasi adalah tahapan proses yang paling penting dalam pembuatan kompon karet, dimana pada tahapan ini, terjadi reaksi *crosslinking* antara molekul karet dengan bahan pemvulkanisasi belerang. Vulkanisasi sangat dipengaruhi oleh waktu dan suhu, apabila waktu maupun suhu yang dipilih tidak sesuai dengan kondisi optimal, maka kualitas kompon karet yang dihasilkan menjadi kurang baik (Pireno, dkk., 2013).

Temperatur dan waktu yang berbeda akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kualitas barang jadi karet tersebut terutama pada sifat fisiknya. Oleh karena itu pada penelitian ini, dilakukan penelitian tentang temperatur dan waktu vulkanisasi kompon karet serta melihat pengaruhnya terhadap sifat fisik kekerasan dan visual vulkanisat karet *footstep* sepeda motor, sehingga diharapkan dengan diketahuinya temperatur dan waktu vulkanisasi yang tepat dapat menghasilkan produk *footstep* sepeda motor yang sesuai dengan standar pabrikan.

METODE PENELITIAN

Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di *Pilot Plant* Polinela (pabrik pembuatan kompon dan barang jadi karet) dan Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung. Waktu penelitian dimulai dari bulan April hingga Desember 2019.

Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : *open mill*, *vulcanizing press*, *mold footstep*, durometer shore A, neraca analitik, kuas, alat pemotong serta alat-alat analisa lainnya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan baku dan bahan pembantu. Bahan baku adalah elastomer SIR 20 yang berasal dari PTPN 7 dan bahan pembantu terdiri dari carbon black, ZnO, asam stearat, TMTD, MBTS, sulfur, mineral oil dan lain-lain.

Rancangan Penelitian dan Analisa Data

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan suhu vulkanisasi sebagai perlakuan untuk penelitian utama. Berdasarkan penelitian pendahuluan pada perlakuan suhu dengan rentang 110-150°C diperoleh hasil produk yang tidak matang sempurna (ditandai tekstur lengket pada cetakan) pada perlakuan suhu 110°C dan 120°C. Hal ini dikarenakan suhu pengukuran alat vulkanisasi dan panas yang diterima oleh bahan berbeda berdasarkan alat thermometer inframerah digital. Dengan menggunakan suhu 110°C pada alat vulkanisasi akan menghasilkan panas pada bahan di bawah suhu tersebut. Menurut Pusat Penelitian Karet Bogor (2015), suhu vulkanisasi kompon karet minimal 110°C. Penentuan waktu vulkanisasi mengacu pada penelitian Maryant, dkk. (2018) yang dimodifikasi. Dengan demikian, penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dua faktor dengan jumlah perlakuan sebanyak 6 dan diulang sebanyak 3 kali sehingga didapat 18 satuan percobaan. Perlakuan pertama adalah suhu vulkanisasi (T1=130°C, T2=140°C, T3=150°C) dan perlakuan kedua yaitu waktu vulkanisasi (S1=10 menit, S2=15 menit), sehingga didapat kombinasi perlakuan sebagai berikut:

T1S1 = Temperatur 130 °C, waktu 10 menit

T1S2 = Temperatur 130 °C, waktu 15 menit

T2S1 = Temperatur 140 °C, waktu 10 menit

T2S2 = Temperatur 140 °C, waktu 15 menit

T3S1 = Temperatur 150 °C, waktu 10 menit

T3S2 = Temperatur 150 °C, waktu 15 menit

Produk hasil percobaan kemudian dicetak menjadi pijakan kaki sepeda motor (*footstep*) dan dibandingkan dengan produk pabrikan (FP). Produk selanjutnya dianalisa sifat fisiknya meliputi parameter sifat kekerasan (*Hardness*, Shore A) dan visualnya. Data yang diperoleh kemudian dianalisa dengan menggunakan uji lanjut BNT untuk menguji perbedaan pengaruh antar perlakuan.

Pembuatan *footstep* sepeda motor

Penimbangan

Karet alam dan bahan kimia ditimbang sesuai dengan formula yang telah ditentukan. Jumlah dari setiap bahan di dalam formula kompon dinyatakan dalam PHR (berat per seratus karet) dengan memperhatikan faktor konversinya. Formula kompon *footstep* sepeda motor untuk masing-masing percobaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula kompon *footstep* sepeda motor

Bahan	N 330, Ukuran partikel 26 – 30 nm	
	Phr	G
SIR 20	100	538,50
Carbon Black	55	296,17
Zno	4	21,54
Asam Stearat	1	5,4
CBC	0,7	3,77
TMTD	3	16,15
Minarex Oil	20	107,7
MBTS	0,5	2,69
Sulfur	1,5	8,08
Jumlah	185,7	1.000

***Mixing/blending* (pencampuran)**

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

- Mastikasi *polymer* (karet alam) selama 6 -7 menit. Tujuan mastikasi adalah untuk melunakkan karet mentah (SIR 20) agar pencampuran bahan kimia menjadi merata.
- Penambahan bahan - bahan kimia sesuai dengan urutan pencampuran bahan tersebut.
- Pencampuran sulfur/belerang hingga mencapai kematangan yang diinginkan.

- Pengeluaran kompon dari *open mill*.
- Kompon yang telah dibuat dilapisi dengan plastik transparan.

Vulkanisasi (pemasakan kompon)

Kompon yang telah diblending kemudian dibuat vulkanisat dengan memasukkan lembaran kompon ke dalam mold atau cetakan. Langkah selanjutnya yaitu proses vulkanisasi pada suhu dan waktu sesuai dengan perlakuan penelitian dengan tekanan 10 Mpa dengan menggunakan mesin *vulcanizing press*.

Pengujian kekerasan dan pengamatan visual

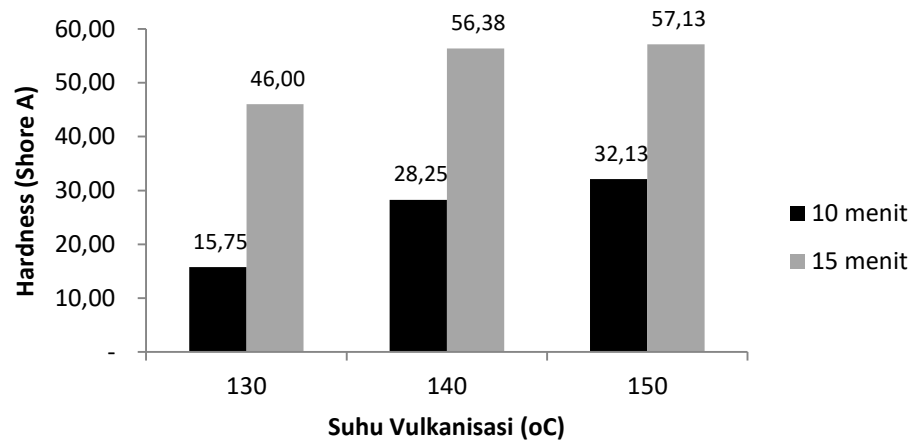
Hasil vulkanisasi dalam bentuk *footstep* sepeda motor didiamkan dulu dalam suhu ruang selama 24 jam sebelum dilakukan pengamatan. Jenis uji yang dilakukan adalah uji kekerasan dengan alat Durometer shore A metode uji SNI 0778-2009. Hasil pengamatan kemudian dibandingkan dengan produk *footstep* pabrikan (FP). Pengamatan visual dilakukan dengan mengamati langsung produk secara visual dengan notasi ada atau tidak ada. Poin yang diamati adalah *cracking* ditandai dengan adanya retakan atau patahan pada produk dan *barmy* ditandai dengan adanya bekas bentuk menyerupai buih yang telah memadat sehingga permukaannya tidak halus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh suhu dan waktu vulkanisasi terhadap kekerasan produk *footstep* yang dihasilkan

Kekerasan adalah ukuran resistansi bahan terhadap deformasi plastis lokal (penyok atau goresan). Pengujian kekerasan (*Hardness*, Shore A) pada *footstep* bertujuan untuk mengetahui tekanan balik dari *footstep* pada saat *footstep* tersebut diberi tekanan. Menurut Delvitasari, dkk. (2017), kekerasan kompon tergantung dari jenis dan jumlah bahan pengisi yang digunakan pada pencampuran campuran vulkanisat. Akan tetapi, ada faktor lain yang mempengaruhi kekerasan produk selain penggunaan bahan pengisi yaitu tahap vulkanisasi. Vulkanisasi adalah tahapan proses yang paling penting dalam pembuatan kompon karet, dimana pada tahapan ini, terjadi reaksi *crosslinking* antara molekul karet dengan bahan pemvulkanisasi belerang. Parameter yang kritis selama vulkanisasi adalah suhu yang diperlukan untuk memulai vulkanisasi, laju dan lama proses vulkanisasi. Suhu dan waktu yang tepat akan menghasilkan produk *footstep* sepeda motor bermutu baik. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diperoleh perlakuan suhu vulkanisasi serta perlakuan waktu vulkanisasi memberikan pengaruh nyata terhadap sifat kekerasan *footstep* sepeda motor,

sedangkan interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap sifat kekerasan *footstep* sepeda motor. Pengaruh suhu dan waktu vulkanisasi terhadap sifat kekerasan produk *footstep* sepeda motor dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh suhu dan waktu vulkanisasi terhadap kekerasan *footstep*

Pada Gambar 1 terlihat bahwa kekerasan kompon karet yang dihasilkan meningkat seiring dengan naiknya suhu dan waktu vulkanisasi. Menurut Pusat Penelitian Karet Bogor (2015), peningkatan suhu vulkanisasi akan mempersingkat waktu vulkanisasi, sebaliknya penurunan suhu vulkanisasi akan memperpanjang waktu vulkanisasi. Hubungan waktu dan suhu vulkanisasi berlaku untuk hampir semua kompon menurut aturan yang berlaku dalam reaksi kimia yaitu setiap peningkatan suhu 10°F maka waktu vulkanisasi akan lebih cepat dari waktu vulkanisasi semula. Modifikasi kekerasan barang jadi karet dapat dilakukan dengan menambahkan bahan pengisi dan/atau accelerator dalam jumlah tertentu untuk meningkatkan nilai kekerasan suatu elastomer serta menambahkan *process oil* dalam jumlah tertentu untuk menurunkan nilai kekerasan suatu elastomer (Sidabutar, 2014). Selain itu, kekerasan meningkat dengan bertambahnya jumlah sulphur (Yuniari, dkk., 2013; Tamasi dan Kollar, 2018) dan pencampuran karet alam dengan karet sintetis (Arguello dan Santos, 2016). Pengaruh masing-masing perlakuan suhu vulkanisasi dan waktu vulkanisasi dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Pengaruh suhu vulkanisasi terhadap sifat kekerasan *footstep*

Suhu vulkanisasi	Rataan nilai hardness (Shore A)
130 °C	30,88 ^b
140 °C	42,31 ^a
150 °C	44,63 ^a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT ($\alpha=5\%$)

Tabel 2 menunjukkan semakin tinggi suhu vulkanisasi maka kekerasan produk *footstep* akan semakin meningkat. Suhu vulkanisasi 130°C menunjukkan hasil perbedaan sangat nyata terhadap parameter kekerasan *footstep*, sedangkan pada suhu 140°C dan 150°C tidak memberikan perbedaan nyata terhadap parameter kekerasan. Semakin tinggi suhu vulkanisasi maka ikatan silang yang terbentuk akan lebih banyak sehingga nilai parameter kekerasan akan lebih tinggi, namun akan mencapai titik maksimal dimana parameter kekerasan tidak akan bertambah lagi (Pireno, 2013). Menurut Kinasih, dkk. (2015), ketika karet alam divulkanisasi pada suhu tinggi maka akan menunjukkan sifat kekerasan yang semakin baik. Apabila dibandingkan dengan kekerasan *footstep* pabrikan (fp), yaitu 51 Shore A, maka pemakaian suhu vulkanisasi yang mendekati nilai kekerasan terdekat adalah 150°C. Akan tetapi, jika melihat hasil uji lanjut BNT yang tidak berbeda nyata serta memperhatikan faktor energi yang dikeluarkan maka penggunaan suhu vulkanisasi 140°C lebih dapat diterima.

Tabel 3. Pengaruh waktu vulkanisasi terhadap sifat kekerasan *footstep*

Waktu vulkanisasi	Rataan nilai hardness (Shore A)
10 menit	25,38 ^b
15 menit	53,17 ^a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT ($\alpha=5\%$)

Tabel 3 menunjukkan semakin lama waktu vulkanisasi maka kekerasan produk *footstep* akan semakin meningkat. Waktu vulkanisasi 10 menit menunjukkan hasil perbedaan sangat nyata terhadap parameter kekerasan *footstep* dibandingkan dengan waktu vulkanisasi 15 menit. Nilai kekerasan terendah terdapat pada perlakuan waktu vulkanisasi 10 menit yaitu 25,38 Shore A. Hal ini dikarenakan belum terjadi proses pematangan yang sempurna pada vulkanisat. Cipriadi (2016) menyatakan bahwa selama proses pemanasan dan pemasakan ikatan polisulfida yang mengandung banyak atom belerang akan putus membentuk ikatan silang yang lebih pendek dengan molekul karet sehingga terbentuk ikatan silang terkonjugasi. Ketahanan sobek, retak lentur maupun kekerasan berkaitan dengan energi pemutusan. Jika waktu vulkanisasi terlalu sebentar maka ikatan silang belum terbentuk maksimal.

Pada saat vulkanisasi, karet dipanaskan dan ditambahkan sulfur. Pada saat ini accelerator akan berperan mengubah sulfur ke bentuk atom aktif yang kemudian bereaksi dengan molekul atom karet pada ikatan rangkapnya sehingga sifat karet akan tergantung pada kecepatan sulfur dibuat aktif (Prasetya dan Marlina, 2010). Nilai kekerasan yang

terlalu rendah menyebabkan produk *footstep* cepat rusak karena otomatis ketahanan kikisnya juga rendah. Komponen ini sering mendapat tekanan dan gesekan dari penggunaannya sehingga mudah mengalami keausan (Daud dan Suharman, 2016). Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada waktu vulkanisasi 15 menit yaitu 53,17 Shore A. Semakin lama waktu reaksi, maka bahan pemvulkanisasi seperti belerang yang bereaksi dengan partikel karet akan semakin banyak sehingga kekerasan meningkat. Apabila dibandingkan dengan nilai kekerasan produk *footstep* pabrikan (fp), yaitu 51 Shore A, maka nilai parameter kekerasan yang paling mendekati adalah waktu vulkanisasi 15 menit.

B. Pengaruh suhu dan waktu vulkanisasi terhadap sifat visual *footstep* yang dihasilkan

Berdasarkan pengamatan visual yang telah dilakukan, semua perlakuan antara suhu dan waktu vulkanisasi menunjukkan tidak terdapatnya *cracking* dan *barmy* pada produk *footstep* yang dihasilkan (Tabel 4). *Cracking* ditandai dengan adanya retakan atau patahan pada produk, sedangkan *barmy* ditandai dengan adanya bekas bentuk menyerupai buih yang telah memadat sehingga permukaannya tidak halus. Hal ini erat kaitannya dengan laju pembentukan rongga selama proses pemasakan (Matsuda dan Tanaka, 1955). Kedua visual tersebut tidak diharapkan terdapat pada produk *footstep* karena akan menurunkan nilai jual. Tidak ditemukannya *cracking* dapat dikarenakan suhu dan waktu vulkanisasi masih belum mencapai batas maksimum. Menurut Prasetya (2012), keretakan atau pecah pada produk jadi karet dapat disebabkan oleh panas dan pengaruh ozon yang menyebabkan terjadinya pengusangan sehingga mempengaruhi lama pemakaian. Pada Gambar 2 juga dapat terlihat bahwa produk *footstep* hasil penelitian yang dihasilkan telah memiliki penampilan, baik warna maupun kehalusan permukaan yang baik. Produk *footstep* yang dihasilkan tidak terdapat penyimpangan warna atau berwarna hitam.

Tabel 4. Sifat visual *footstep* pada berbagai perlakuan

Sifat visual <i>footstep</i>	T1S1	T1S2	T2S2	T2S2	T3S1	T3S2
<i>Cracking</i>	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
<i>Barmy</i>	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Warna	Hitam	Hitam	Hitam	Hitam	Hitam	Hitam

Keterangan: T1 = suhu 130°C
T2 = suhu 140°C
T3 = suhu 150°C
S1 = waktu 10 menit
S2 = waktu 15 menit



Gambar 2. Produk *footstep*

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Politeknik Negeri Lampung yang telah berkenan memberikan bantuan dana pada penelitian ini melalui skim sumber dana DIPA Politeknik Negeri Lampung tahun 2019 serta PTPN 7 yang bersedia menyediakan bahan baku utama. Selanjutnya ucapan terima kasih juga diberikan kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, disimpulkan bahwa:

1. Semakin tinggi suhu vulkanisasi dan semakin lama waktu vulkanisasi maka nilai kekerasan kompon akan meningkat.
2. Perlakuan terbaik pada produk *footstep* sepeda motor adalah proses vulkanisasi dengan suhu 140°C selama 15 menit. Berdasarkan hasil pengamatan visual, produk yang dihasilkan tidak terdapat *cracking*, *buble* dan *barmy*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arguello, J. M. dan Santos, A. 2016. Hardness and Compression Resistance of Natural Rubber and Synthetic Rubber Mixture. *Journal of Physics: Conference Series* 687.
- Cipriadi, A. 2016. Pengetahuan Bahan untuk Pembuatan Produk Karet. Makalah Pelatihan Pembuatan Barang Jadi Karet. Balai Riset dan Standadisasi Industri Palembang.
- Daud, D dan Suharman. 2016. Pemanfaatan Karet Limbah Industri Crumb Rubber Sebagai Substitusi Karet SIR Pada Pembuatan Suku Cadang Sepeda Motor. *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet dan Plastik Ke-5 ISSN*, hal. 2477-3298.

- Delvitasari, F., Maryanti dan Winarto. 2017. Pengaruh Jumlah Bahan Pengisi Terhadap Kekerasan Kompon Footstep Sepeda Motor. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung*. 7 Agustus 2017. ISBN 978-602-705-30. hal. 6-9.
- Kinasih, N.A., M.I. Fathurrahman, D. Suparto. 2015. Pengaruh Suhu Vulkanisasi Terhadap Sifat Mekanik Vulkanisat Karet Alam dan Karet Akrilonitil-Butadiena. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*. 31(2), hal. 65-74
- Maryanti, Delvitasari, F., Winarto. 2018a. Karakteristik Sifat Fisika Kompon Karet Alam Sebagai Bahan Dasar Footstep Sepeda Motor dengan Berbagai Formula. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 29(1), hal. 29-34.
- Maryanti, Delvitasari, F., Winarto. 2018b. Pengaruh Ukuran dan Jumlah Partikel Carbon Black terhadap kekerasan dan kekuatan Tarik Kompon karet Untuk Pembuatan Footstep Sepeda Motor. *Prosiding Seminar Nasional tektan. Politeknik Negeri Lampung*. 11 oktober 2018.
- Matsuda, T. dan Tanaka, M. 1955. On the Cracking Phenomena of Vulcanized Rubber. *J Stage Nippon Gomu Kyokaishi*, 28(1), p. 10-16
- Pireno, C.A., Wijaya, A., dan Pambayun, R. 2013. Pengaruh Suhu dan Waktu Vulkanisasi Terhadap Karakteristik Kompon Sol Karet Cetak Berbahan Pengisi Arang Cangkang Sawit. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 24(1), hal. 33-40.
- Prasetya, H.A. dan Marlina, P. 2010. Karakteristik Vulkanisasi Kompon pada Pembuatan Wiper Blade. *Dinamika Penelitian BIPA*, 21(38), hal. 122-127.
- Prasetya, H.A. 2012. Penggunaan Antioksidan Gambir dan Pengaruhnya terhadap Karakteristik Kompon Karet Pegangan Setang Sepeda Motor. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 32(1), hal 37-44
- Pusat Penelitian Karet Bogor. 2015. Makalah Kursus Teknologi Kompon Karet Padat, Sabut Kelapa Berkaret dan Lateks Pekat Serta Uji Mutu Karet. Bogor.
- Sidabutar, V.T.P. 2014. Kajian Literatur Modifikasi Kekerasan Kompon Ditinjau dari Elastomer, Bahan Pengisi, Process Oil dan Accelerator. Balai Besar Pendidikan dan Pelatihan Ekspor Indonesia. Direktorat Jendral Pengembangan Ekspor Nasional. Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. Jakarta.
- Tamasi, K. dan Kollar, M. S. 2018. *Effect of Different Sulfur Content in Natural Rubber Mixture on Their Thermo-mechanical and Surface Properties*. *International Journal of Engineering Research and Science*, 4(2), p. 28-37.
- Winarto, Maryanti dan Delvitasari, F. 2017. Studi Karakteristik Sifat Fisika Kompon karet sebagai bahan dasar footstep sepeda motor. Laporan Hasil Penelitian Polinela.
- Yuniari, A., Sarengat, N., Lestari, S. B. P. 2013. Pengaruh Sulphur terhadap Sifat Fisika Campuran Pale Crepe dan SBR untuk Karet Tahan Panas. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*, 29(2), hal. 63-68.