

## PEMANFAATAN ARANG BAMBU SEBAGAI FILLER DALAM PEMBUATAN KARET ROLL CONVEYOR

### *THE UTILIZATION OF BAMBOO CHARCOAL AS A FILLER IN THE MANUFACTURING OF RUBBER ROLL CONVEYOR*

Bambang Sugiyono<sup>1</sup>, Mimi Kurnia Yusya<sup>2</sup>, Popy Marlina<sup>3</sup>, Hari Adi Prasetya<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Fungsional Peneliti, dan <sup>2</sup>Fungsional Penguji Mutu Barang pada Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang, Jalan Perindustrian II, No. 12 KM.9 Sukarami, Palembang  
e-mail : [sugiyonobambang88@gmail.com](mailto:sugiyonobambang88@gmail.com); [popymarlina16@gmail.com](mailto:popymarlina16@gmail.com) [hariadiprasetya@yahoo.co.id](mailto:hariadiprasetya@yahoo.co.id)

Diterima: 14 Oktober 2020 ; Direvisi: 19 Oktober 2020 – 28 Juni 2021 ; Disetujui: 28 Juni 2021

#### Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *filler* dengan memanfaatkan bambu bekas pada pembuatan barang jadi karet *roll conveyor*. Tahapan penelitian ini antara lain : pembuatan arang bambu, pembuatan vulkanisat karet dengan memvariasikan konsentrasi arang bambu yaitu formula A = 0 phr, formula B = 20 phr, formula C = 40 phr, formula D = 60 phr dan formula E = 80 phr. Berdasarkan pengujian karakteristik vulkanisat diperoleh hasil uji vulkanisat karet dengan perlakuan terbaik didapat pada formula B (Variasi konsentrasi arang bambu 20 phr dan *carbon black* 80 phr, dengan nilai hasil uji yaitu uji visual tidak ada cacat, kekerasan 80 shore A, tegangan putus 11,8 MPa, perpanjangan putus 130% dan ketahanan sobek 27,2 kN/m. Hasil uji untuk variasi lain tidak berbeda signifikan, dengan demikian, penggunaan arang bambu dapat digunakan sebagai substitusi *carbon black*.

**Kata kunci** : arang bambu, *filler*, kompon karet, *roll conveyor*, vulkanisat karet

#### Abstract

*This study aims to determine the effect of filler by utilizing used bamboo in the manufacture of roll conveyor rubber products. The stages of this research include: making bamboo charcoal, making rubber vulcanisate by varying the concentration of bamboo charcoal that are formula A = 0 phr, formula B = 20 phr, formula C = 40 phr, formula D = 60 phr and formula E = 80 phr. Based on the test of the characteristics of the vulcanisate, the results of the rubber vulcanisate test with the best treatment are obtained in formula B (variation of bamboo char concentration 20 phr and carbon black 80 phr, with the value of the test results that there is no defective visual test, hardness of 80 shore A, tensile strength 11.8 MPa, elongation at break 130% and tear resistance at 27.2 kN / m. The test results for other variations are not significantly different, thus, the use of bamboo charcoal can be used as a carbon black substitution.*

**Keywords** : bamboo charcoal, filler, rubber compound, roll conveyor, rubber vulcanisate

#### PENDAHULUAN

Produksi karet alam yang melimpah di Indonesia, hendaknya dapat dimanfaatkan untuk pembuatan barang jadi karet sehingga terdapat nilai tambah dari petani daripada menjual karet alam dalam bentuk bokat/karet mentah. Produk karet yang dihasilkan harus mempertimbangkan mutu yang dihasilkan, supaya dapat bersaing dengan produk impor. Mutu produk karet

dipengaruhi metode pembuatannya. Salah satu bahan penyusun dalam pembuatan kompon karet merupakan bahan pengisi (*filler*).

Bahan pengisi merupakan bahan yang ditambahkan ke dalam kompon karet dalam jumlah yang lumayan besar dengan tujuan memperbaiki properties fisik dan karakteristik kompon karet serta sebagai

reinforcing vulkanisat (Nuyah dan Susilawati, 2015, Boonstra, 2005).

Pembuatan produk karet membutuhkan bahan kimia tambahan, salah satunya adalah bahan pengisi. Bahan pengisi yang kerap digunakan dalam proses pembuatan produk karet yaitu carbon black. Carbon black ialah turunan dari minyak bumi, yang tidak terbarukan serta tidak biodegradable. Produksi minyak bumi terus menurun seiring dengan peningkatan kebutuhan minyak bumi dalam proses industri, sehingga dikhawatirkan akan habis. Peneliti mempunyai ide untuk menggantikan *carbon black* sebagai *bahan pengisi* menggunakan bahan alami, yaitu arang bambu.

Tumbuhan bambu banyak pada wilayah tropik serta subtropik seperti Indonesia. Kemampuan tumbuhan bambu di Indonesia lumayan besar, pada tahun 2000 dengan luas 2. 104. 000 ha yang terdiri dari 690. 000 ha luas tumbuhan bambu di dalam kawasan hutan serta 1. 414. 000 ha luas tumbuhan bambu di luar kawasan hutan (Arsad E, 2014). Pemakaian bambu pada warga Indonesia masih terbatas, aspek yang sangat mempengaruhi meliputi sifat fisik mekanik, ketidakseragaman panjang ruas serta ketidakawetan terhadap organisme perusak (Arsad E, 2014).

Arang bambu (*bamboo charcoal*) merupakan produk padat (*solid*) yang memakai bahan baku bambu dengan proses karbonisasi temperature yang tinggi.

Salah satu bagian pada sistem conveyor adalah Roller conveyor, yang berfungsi sebagai penumpu utama barang yang ditransportasikan. *Roller* dapat didesain khusus agar cocok dengan kondisi barang yang ditransportasikan,

misal *roller* diberi lapisan karet, lapisan anti karat, dan lain sebagainya. Fungsi dari karet *roll conveyor* adalah sebagai as dalam penggerak *conveyor* dengan cara menggeser bagian dalam conveyor sehingga conveyor dapat berjalan. Karet *roll conveyor* sering mengalami keretakan yang disebabkan oleh cuaca, gesekan dari *conveyor*, minyak, dan cairan. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik vulkanisat karet dengan memvariasikan karet alam dan SBR dengan bahan pengisi arang bambu.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan –bahan kimia, meliputi bahan baku natural rubber (NR), karet sintetis Styrena Butadiena Rubber (SBR), arang bambu, Cumaron Resin, Trymetil Quinon (TMQ), Polyethilen Glykol (PEG), ZnO, Stearic Acid, pCyclohexyl-2-Benzothiazolesulfenamide (CBS), Tetramethylthiuram disulphide (TMTD), Sulfur dan retarder Pre Vulcanization Inhibitor (PVI). Bahan- bahan tersebut diperoleh dari supplier PT. Brataco Chemical Indonesia.

### Peralatan

Instrumen yang digunakan untuk pembuatan kompon karet dan pengujian Frank Shore A Durometer, dan mesin uji tarik (Lloyd2000R universal testing machine, Lloyd Instrument Ltd., UK), alat penggilingan two roll mill L 40 cm D18 cm kapasitas 2 kg. Tungku *furnace* (Naberthem GmbH) digunakan untuk proses karbonasi arang bambu.

### Rancangan Percobaan

Konsentrasi arang bambu pada penelitian ini sebagai berikut :

- formula A = 0 phr
- formula B = 20 phr
- formula C = 40 phr

d. formula D = 60 phr

e. formula E = 80 phr

Desain formula karet roll conveyor disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula Karet *Roll Conveyor*

No	Bahan	Formula (phr)				
		A	B	C	D	E
1.	SBR	30	30	30	30	30
2.	Natural Rubber	20	20	20	20	20
3.	Carbon Black	80	60	40	20	0
4.	Arang bambu	0	20	40	60	80
5.	Cumaron Resin	15	15	15	15	15
6.	TMQ	1	1	1	1	1
7.	PEG	2	2	2	2	2
8.	ZnO	3	3	3	3	3
9.	Stearic Acid	2	2	2	2	2
10.	Sulfur	7	7	7	7	7
11.	MBTS	2	2	2	2	2
12.	TMTD	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

Metode penelitian dilakukan mengikuti prosedur yang sudah pernah dipublikasikan sebelumnya (pada artikel Sugiyono & Prasetya, 2018).

#### Pembuatan kompon karet

Tabel 1 menyajikan formulasi kompon karet. Pencampuran karet dilakukan pada skala laboratorium di gilingan terbuka dua rol, dengan suhu penggilingan 40 °C – 50 °C. NR dan SBR digiling hingga plastis dan homogen. Selanjutnya ditambahkan bahan kimia karet ke dalam plasticized NR yaitu aktivator ZnO dan asam stearat, antioksidan TMQ, bahan pengisi arang bambu, coumarone resin, PVI, CBS (pemercepat reaksi) dan TMTD, dan sulfur sebagai vulkanisator. Campuran digiling pada *open mill* hingga mencapai kondisi yang homogen dan dikondisikan selama 24 jam sebelum divulkanisasi kompon. Pematangan kompon dilakukan dengan cara pengepresan kompon dengan suhu

vulkanisasi 150 °C selama 40 menit dan tekanan 170 kgf/cm<sup>2</sup>, sehingga terjadi vulkanisasi vulkanisat karet.

Pengujian sifat fisikomekanik kompon yang diuji antara lain, meliputi tegangan putus, kekerasan, perpanjangan putus dan ketahanan sobek.

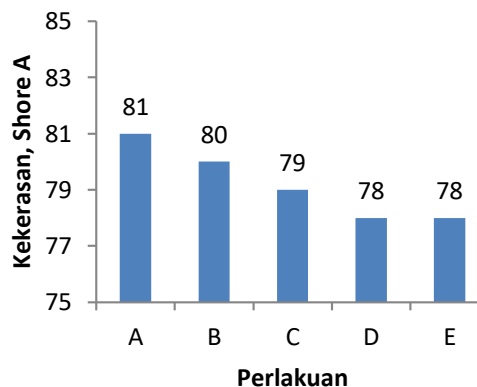
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji visual

Hasil pengujian secara visual pada vulkanisat karet tidak ada kerusakan yang terjadi.

### A. Kekerasan (*hardness*), Shore A

Kekerasan merupakan ukuran modulus. Karakteristiknya dapat diamati dan sangat mirip dengan pengukuran modulus, yaitu peningkatan substansial dalam nilai kekerasan seiring dengan peningkatan jumlah *filler* yang digunakan. Pada penelitian ini hasil pengujian kekerasan untuk vulkanisat karet diperoleh nilai tertinggi 82 Shore A (formula B) dan terendah 78 Shore A (formula C).



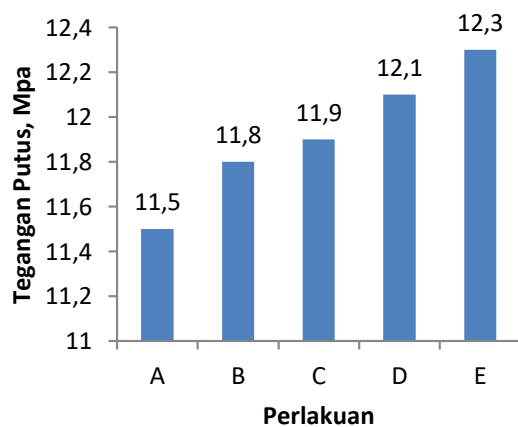
Gambar 1. Hasil Pengujian Kekerasan

Gambar 1 mempresentasikan bahwa nilai dari perlakuan vulkanisat dengan beberapa variasi *filler* (arang bambu dan *carbon black*) tidak berbeda jauh dengan kisaran nilai antara 78 Shore A hingga 81 Shore A. Nilai kekerasan cenderung menurun ketika *filler* menggunakan variasi arang bambu lebih

banyak daripada *carbon black*. Hal ini diperkirakan karena adanya penurunan kepadatan ikatan *crosslink* pada saat penggunaan arang bambu dengan persentase lebih banyak (Juntuek *et. al.*, 2012). Dalam penelitian sebelumnya, *crosslink* kepadatan vulkanisir karet alam secara bertahap berkurang ketika menggunakan *filler* arang bambu lebih dari 20 phr. Penjelasan singkatnya karena adanya adsorpsi kompleks atom seng pada permukaan *filler* arang bambu, yang menyebabkan menurunkan efisiensi vulkanisasi belerang (Alharep, *et al.*, 2017; Rattanasom, *et. al.* 2009). Seng tersebut merupakan pengotor yang melekat/terserap pada arang bambu ketika proses pembuatan arang yang dibakar pada tong dari material besi.

Pada grafik terlihat bahwa perbedaan nilai kekerasan vulkanisat karet menggunakan *filler* arang bambu tidak terlalu signifikan, sehingga arang bambu dapat menggantikan fungsi *carbon black* sebagai *filler*.

### B. Tegangan putus (*tensile strength*), MPa



Gambar 2. Hasil Pengujian Tegangan Putus

Berdasarkan Gambar 2 terlihat hasil Pengujian tegangan putus tertinggi pada formula E (12,3 MPa) dan terendah pada formula C (11,5 MPa). Dapat diambil kesimpulan bahwa dengan variasi jumlah arang bambu yang lebih besar daripada *carbon black* menyebabkan nilai tegangan

putus yang meningkat walaupun tidak signifikan. Arang bambu dapat digunakan sebagai substitusi penggunaan *carbon black* karena dapat tetap menjaga karakteristik tegangan putus dari vulkanisat yang dihasilkan.

Penggunaan *filler* hingga 8 phr dalam pembuatan kompon karet tidak mempengaruhi nilai tegangan putus vulkanisat karet tersebut. Namun, ketika jumlah *filler* mencapai 8 phr dan lebih, *filler* cenderung mengelompok. Aglomerasi ini mengarah pada pengurangan karakteristik tegangan putus, sehingga disimpulkan bahwa dengan peningkatan jumlah *filler* organik, maka jumlah molekul matriks tidak dapat mencukupi kebutuhan untuk berikatan dengan *filler* tersebut (yang berarti kurangnya jumlah ikatan antara molekul dari karet dan *filler* yang menyebabkan turunnya nilai tegangan putus dari karet yang dihasilkan) (Chen, *et al.*, 2002; Navaro dan Gamez, 2012).

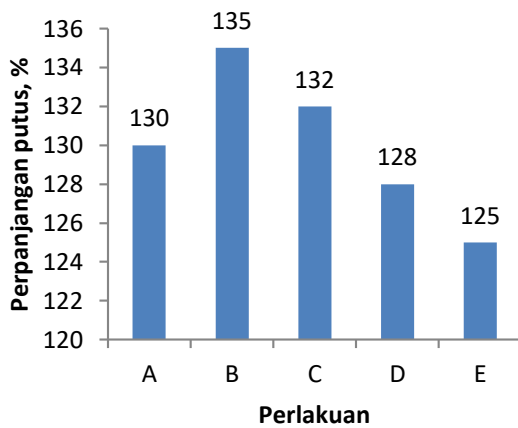
Interaksi polimer karet dan *filler* akan berlangsung sempurna apabila ukuran partikel *filler* semakin kecil, sehingga tegangan putus akan meningkat (Tenebe *et al.*, 2013; Saleh *et al.*, 2013). Arang bambu yang digunakan memiliki ukuran 400 mesh lebih baik interaksinya dengan molekul karet daripada *carbon black* dengan molekul karet, sehingga nilai tegangan putusnya lebih besar.

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

Nilai perpanjangan putus yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 125% sd. 135%, nilai tertinggi diperoleh pada formula B (135%) dan nilai paling rendah untuk formula C (125%). seiring bertambahnya variasi arang bambu dari *carbon black* pada variasi *filler* nilai perpanjangan putus mengalami penurunan. Hasil uji tersebut diinterpretasikan pada Gambar 3.

Nilai perpanjangan putus dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain adalah karena adanya ikatan silang yang membuat rantai carbon karet menjadi pendek, maupun dari umur vulkanisat yang

diuji. Jaringan Elastically Active Chains (EAC) pada elastomer karet alam juga mempengaruhi besaran perpanjangan putus yang dihasilkan (Grassland *et. al.*, 2019).



Gambar 3. Hasil Pengujian perpanjangan putus

Berdasarkan Gambar 3. Dapat kita lihat hasil pengujian perpanjangan putus dari kelima variasi percobaan tidak berbeda signifikan

Menurut Mousa dan Kocksis, 2001. Perpanjangan putus pada nanokomposit awalnya adalah tetap dan tidak terpengaruh dengan penggabungan 2 phr filler (*carbon black* dan arang bambu). Hal ini diyakini terkait dengan proses interkalasi dan pengelupasan filler organik yang menyebabkan ikatan silang yang lebih tinggi dari karet pada lingkungan filler organik. Seperti yang diharapkan, peningkatan lebih lanjut dari jumlah filler menghasilkan pengurangan bertahap perpanjangan putus. Salah satu kondisi yang sangat menarik adalah perpanjangan putus masih tetap relatif tinggi bahkan pada penambahan 10 phr filler.

Penurunan nilai perpanjangan putus disebabkan karena jumlah filler yang digunakan meningkat lebih dari 10 phr, sehingga ikatan antar molekul pada karet tidak mampu mengikat seluruh filler. Dikarenakan sebagian ikatan antar filler yang merupakan ikatan yang kurang kuat,

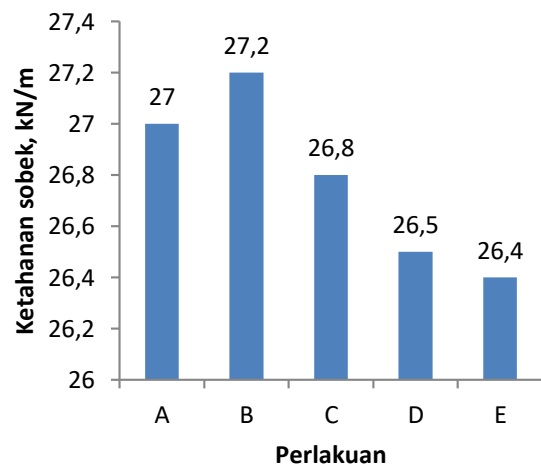
mengakibatkan barang jadi karet yang dihasilkan keras dan padat.

Salah satu faktor yang mempengaruhi perpanjangan putus adalah filler. Penambahan filler dalam jumlah besar, nilai perpanjangan putus akan semakin rendah (Prasetya, 2016).

Keseragaman ukuran partikel dari filler juga mempengaruhi besarnya perpanjangan putus. *Carbon black* memiliki keseragaman ukuran partikel yang lebih tinggi dari arang bambu, sehingga ikatan dengan *carbon black* lebih baik dan memberikan nilai perpanjangan putus yang baik. Keseragaman ukuran untuk arang bambu tidak 100%, hal ini karena dihaluskan dengan cara dicrusher kemudian disaring menggunakan ayakan 400 mesh, diduga ada kemungkinan ukuran yang lebih halus dari 400 mesh lolos di ayakan dan bergabung ke arang yang sudah diayak.

Namun demikian, perbedaan nilai perpanjangan putus yang dihasilkan perbedaannya tidak signifikan, sehingga arang bambu dapat digunakan sebagai alternatif pengganti *carbon black* sebagai filler dalam pembuatan vulkanisat karet.

#### D. Ketahanan sobek (*tear strength*), kN/m



Gambar 4. Hasil Pengujian Ketahanan sobek

Dari Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa ketahanan sobek cenderung menurun seiring bertambahnya variasi arang bambu dalam formula kompon karet. Nilai tertinggi pada formula B dengan nilai 27,2 kN/m dan terendah formula E dengan nilai 26,4 kN/m.

Hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa besaran nilai ketahanan sobek vulkanisat karet selain dipengaruhi oleh luas permukaan bahan pengisi, juga disebabkan karena adanya interaksi molekul karet dengan bahan pengisi dengan konsentrasi yang tinggi. Penggunaan bahan pengisi yang bersifat penguat pada formula pembuatan karet dengan jumlah yang optimum, dapat meningkatkan nilai ketahanan sobek yang dihasilkan (Prasetya, 2016).

Ketahanan sobek dipengaruhi oleh ukuran partikel dan luas permukaan filler, semakin meningkat jumlah filler yang ditambahkan, nilai ketahanan sobek akan semakin meningkat (Prasetya, 2016; Haghigat, *et al.*, 2005; Moonchai *et al.*, 2012) dan mencapai optimum pada 20 phr

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, uji karakteristik mekanik vulkanisat karet dengan filler arang bambu (E), campuran arang bambu dan *carbon black* (B, C, D) memberikan karakteristik mekanik meliputi kekerasan, tegangan putus, perpanjangan putus dan ketahanan sobek, tidak berbeda signifikan dibandingkan dengan filler *carbon black* (A). Perlakuan terbaik didapat pada formula B (jumlah arang bambu 20 phr dan *carbon black* 80 phr, menghasilkan kekerasan 80 shore A, tegangan putus 11,8 MPa, perpanjangan putus 130% dan ketahanan sobek 27,2 kN/m.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala Baristand Industri Palembang yang telah mendukung kegiatan penelitian ini dan telah

memberikan fasilitas untuk pelaksanaan penelitian serta fasilitasi jurnal untuk penerbitan tulisan ini. Selain itu juga kepada tim penelitian, tim *reviewer* dan editor jurnal ini.

### SARAN

Perlu dilakukan penelitian variasi filler alami dan bahan pelunak ZnO organik, sebagai bahan penyusun dalam pembuatan barang jadi karet

### DAFTAR PUSTAKA

- Alfa, A.A 2005. Bahan kimia untuk kompon karet. Kursus Teknologi Barang Jadi Karet padat. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Alhareb, A. O., Akil, H. M., & Ahmad, Z. A. (2017). Impact strength, fracture toughness and hardness improvement of PMMA denture base through addition of nitrile rubber/ceramic fillers. *The Saudi Journal for Dental Research*, 8(1-2), 26-34.
- Arsad, E. (2014). Peningkatan Daya Tahan Bambu Dengan Proses Pengasapan untuk Bahan Baku Kerajinan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 6(2), 31-36.
- Boonstra, B.B. 2005. Reinforcement by filler. *J. Rubber Age*, 92 (6) : 227-235.
- BPS. 2018. Statistik Karet Indonesia 2017
- Brown, R. P., & Soulagnet, G. 2001. Microhardness profiles on aged rubber compounds. *Polymer testing*, 20(3), 295-303.
- Budiono, Suhartana, Gunawan. 2009. untuk adsorpsi fenol. Skripsi. Pengaruh aktivasi arang tempurung kelapa dengan asam sulfat dan asam fosfat Universitas Diponegoro
- Chen, J. S., Poliks, M. D., Ober, C. K., Zhang, Y., Wiesner, U., and Giannelis, E. 2002. Study of the interlayer expansion mechanism and thermal-mechanical properties of surface-initiated epoxy nanocomposites. *Polymer*, 43(18), 4895-4904.
- Grasland, F., Chazeau, L., Chenal, J. M., Caillard, J., & Schach, R. (2019). About the elongation at break of unfilled natural rubber elastomers. *Polymer*, 169, 195-206.

- Haghighat, M., Zadhoush, A., Khorasani, S.N., 2005. Physicomechanical properties of alpha-cellulose-filled styrene-butadiene rubber composites. *Journal of Applied Polymer Science* 96 (6), 2203–2211.
- Juntuek, P., Ruksakulpiwat, C., Chumsamrong, P., & Ruksakulpiwat, Y. (2012). Effect of glycidyl methacrylate-grafted natural rubber on physical properties of polylactic acid and natural rubber blends. *Journal of Applied Polymer Science*, 125(1), 745-754.
- Navarro, F. M., & Gámez, M. C. R. (2012). Influence of crumb rubber on the indirect tensile strength and stiffness modulus of hot bituminous mixes. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 24(6), 715-724.
- Moonchai, D., Moryadee, N., & Poosodsang, N. (2012). Comparative properties of natural rubber vulcanisates filled with defatted rice bran, clay and calcium carbonate. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 6(2), 249.
- Mousa, A., and Karger-Kocsis, J. 2001. Rheological and thermodynamical behavior of styrene/butadiene rubber-organoclay nanocomposites. *Macromolecular Materials and Engineering*, 286(4), 260-266.
- Nuyah dan Nesi S. 2015. Pemanfaatan Abu Sekam Padi sebagai Bahan Pengisi pada Pembuatan Tegel Karet. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* Vol. 26 (2): 135-132.
- Prasetya, H.A. 2016. Pengaruh Bahan Pengisi Arang Aktif Tempurung Kelapa dan Pelunak Minyak Biji Karet pada Karakteristik Karet *Wiper Blade*. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* Vol 27 (1):31-39.
- Rattanasom, N., Prasertsri, S., & Ruangritnumchai, T. (2009). Comparison of the mechanical properties at similar hardness level of natural rubber filled with various reinforcing-fillers. *Polymer testing*, 28(1), 8-12.
- Salleh, Z; Islam, M.M; and Ku, H. 2013. Tensile Behaviours of Activated Carbon Coconut Shell Filled Epoxy Composites. *Malaysian Postgraduate Conference (MPC2013)*. 3 : 22 – 27.
- Sugiyono, B., & Prasetya, H. A. (2018). Pengaruh Arang Aktif Bambu Terhadap Karakteristik pematangandan sifat mekanik karet peredam goncangan kendaraan bermotor. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 29(2) : 91–98.
- Tenebe, O. G et al. (2013). Study on the Mechanical Properties of Natural Rubber Filled with Coconut Shell and Palm Fruit Fibre Fillers. *Journal of Advanced and Applied Sciences*. 1 (1) : 1-10
- Yuhe, C. 2008. Structure and Properties of Bamboo Timber, Utilization of Bamboo, Training Course on Bamboo Technologies for Developing Countries, China National Bamboo Research Center, Hangzhou China.