

PENGARUH CAMPURAN ABU BOILER KELAPA SAWIT (ABKS) DAN CARBON BLACK TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPON KARET

Linda Rahmadhani Harahap dan Nurdin Bukit

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan
lindarahmadhanirp@gmail.com, nurdinbukit5@gmail.com

Diterima: Agustus 2019. Disetujui: September 2019. Dipublikasikan: Oktober 2019

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pencampuran Abu Boiler Kelapa Sawit (ABKS) dan Carbon Black sebagai bahan pengisi kompon karet dengan tujuan memperbaiki sifat mekanik kompon karet yang meliputi kekerasan, kekuatan tarik, perpanjangan putus, dan uji pengembangan (Swelling). Filler yang digunakan untuk membuat kompon karet yaitu nanopartikel ABKS dan Carbon Black dengan variasi komposisi (0/0, 0/100, 30/70, 40/60, 50/50, 60/40, 70/30, 100/0) % berat. Pembuatan kompon karet dilakukan dengan menggiling karet SIR-20 kemudian mencampurkan dengan bahan kimia, nanopartikel ABKS dan Carbon Black di dalam open mill. Setelah itu karet di cetak dengan ukuran 15 cm x 15 cm pada suhu 45 °C. Komposisi terbaik dari sifat mekanik kompon karet menggunakan bahan pengisi ABKS dan carbon black untuk uji tarik diperoleh nilai kuat tarik pada komposisi bahan pengisi 70/30 yaitu 2,5 MPa. Perpanjangan putus dengan komposisi bahan pengisi 70/30 yaitu 140 %. Uji kekerasan diperoleh nilai kekerasan pada komposisi bahan pengisi 30/70 yaitu 57 Shore A. Hasil uji swelling kompon yang diperoleh nilai pengembangan kompon komposisi bahan pengisi 0/100 yaitu mengalami pengembangan sebesar 14 % selama 72 jam.

Kata Kunci: *Abu Boiler Kelapa Sawit , Kompon Karet, Kekerasan , Uji Tarik , Swelling.*

ABSTRACT

A research on mixing oil palm boilers (ABKS) and carbon black has been carried out as a rubber compound filler with the aim of improving the mechanical properties of rubber compounds including tensile strength, compound breakdown and swelling. Filler used to make rubber compounds, namely ABKS nanoparticles and Carbon Black with variations in composition 0/0, 0/100, 30/70, 40/60, 50/50, 60/40, 70/30, 100/0 from weight 8 phr. The best composition on the mechanical properties of rubber compounds using fillers ABKS and carbon black is for tensile test obtained the best tensile strength value on the composition of the filler 70/30 which is 2.5 MPa. For the breakout extension the best value was obtained with a filler composition of 70/30 which is 140%. While the hardness test obtained the best hardness value on the composition of fillers 30/70 namely 57 Shore A. The results of compound swelling test obtained by the value of the best compound development with the composition of the filler 0/100 that is experiencing development by 14% for 72 hours.

Keywords: *Palm Oil Boiler Ash, Rubber Compound, Tensile Test, Swelling*

PENDAHULUAN

Kompon karet adalah campuran karet mentah dengan bahan-bahan kimia yang belum divulkanisasi. Kompon karet dalam penggunaannya sering mengalami kerusakan diantaranya pengerasan dan daya elastisnya berkurang. Hal ini tergantung pada kondisi pemakaian, yang dapat mempengaruhi kualitas dan umur simpan produk karet (Boonstra, 2005). Filler adalah bahan pendukung dengan porsi terbesar dalam pembuatan kompon karet yang fungsinya untuk meningkatkan sifat fisik, memperbaiki karakteristik pengolahan dan mengurangi biaya

Penelitian penggunaan carbon black sebagai filler telah dilakukan Hendrawan (2015), Ginting,E.M (2017),Maryanti (2018) dan Noer,Z (2018). Filler carbon black berfungsi sebagai penguat (reinforcing), memperbesar volume, memperbaiki sifat-sifat fisik dari barang-barang karet dan memperkuat vulkanisasi.

Bahan potensial yang dapat dijadikan filler adalah Abu Boiler Kelapa Sawit (ABKS) , ABKS mengandung mengandung unsur kimia SiO₂ 45,2 % massa, CaO 11,16 % massa, dan Al₂O₃ sebanyak 1,83 % massa, Fe₂O₃ sebanyak 1,91 % massa ,Na₂O sebanyak 0,09 % massa dan K₂O sebanyak 4,91 % massa (Nugroho ,dkk,2013). Penggunaan ABKS memungkinkan untuk menjadi bahan filler karena kandungan silikon dioksida didalamnya Penelitian ABKS sebagai filler telah dilakukan oleh Ginting E.M (2019), Septiani,N (2014) dan Bukit,N (2018) didapatkan bahwa filler ABKS dapat meningkatkan kekerasan, dan tegangan putus kompon karet.

Penelitian kompon karet dengan matriks karet SIR-20 dan filler ABKS/CB telah dilakukan Karet SIR-20 (Bukit,N,2014),(Sidebang E,2019) ,(Bukit,F,B 2018) (Tambunan,M.N 2017) dimana filler ABKS dibuat dalam ukuran nano karena semakin kecil ukuran nanopartikel ABKS, maka sifat mekanik kompon karet yang diperoleh semakin bagus dan nilai guna rekayasa material komposit yang tercipta juga semakin tinggi. Karet alam memiliki karakteristik yang unik seperti kekuatan tinggi, fleksibilitas dan elastisitas yang tinggi (Roslim et al, 2012),

Dalam penelitian ini ABKS dan carbon black dicampur dengan variasi komposisi (0/100, 30/70,

40/60, 50/50, 60/40, 70/30, 100/0) persen berat. Matriks yang digunakan untuk menyatukan filler menjadi satu struktur komposit yaitu karet SIR 20. Pembuatan nanopartikel ABKS dalam penelitian ini adalah mengikuti metode Sidebang (2018) dengan metode ballmill dan metode kopresipitasi sehingga menghasilkan ukuran 56,31 nm. Pemilihan bahan ABKS sebagai filler kompon karet dalam bentuk ukuran nanopartikel diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik seperti kekerasan, kekuatan tarik, modulus elastisitas dan perpanjangan putus. Pengujian swelling juga dilakukan bertujuan untuk menentukan apakah massa karet vulkanisat bertambah jika direndam dalam suatu cairan.

METODE PENELITIAN

Proses pembuatan nanopartikel ABKS menggunakan metode kopresipitasi. Pembuatan nanopartikel ABKS mengikuti metode yang dilakukan oleh Sidebang E (2018) secara fisika yaitu pembuatan nanopartikel ABKS dengan menggunakan ball mill dan Magnetic Stirer dan cara kimia dengan metode kopresipitasi sehingga menghasilkan nanopartikel ABKS sebesar 56,31 nm.

Prosedur pembuatan kompon karet adalah

Menimbang bahan-bahan kompon karet yaitu karet SIR-20, ZnO, asam stearat, ABKS, Carbon black, Wax, IPPD, TMTD, MBTS neraca digital. Setelah bahan-bahan ditimbang, karet SIR-20 dimasukkan kedalam mesin roll mill, lalu digiling hingga karet benar-benar padat. Sambil berjalannya proses penggilingan karet, bahan-bahan dimasukkan satu-persatu secara bertahap.

Berikut formulasi dari campuran bahan formula kompon dalam phr dengan filler:

Tabel 1: Komposisi campuran bahan formula kompon dalamphr dengan filter

No	Bahan- bahan	Formula kompon						
		S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆
1.	karet SIR-20	92	92	92	92	92	92	92

2.	Nano partikel ABKS dan Carbon black 8 %	0/100	30/70	40/60	50/50	60/40	70/30	100/0
3.	Wax	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
4.	ZnO	5	5	5	5	5	5	5
5.	Asam streat	2	2	2	2	2	2	2
6.	Sulfur	3	3	3	3	3	3	3
7.	IPPD	2	2	2	2	2	2	2
8.	TMTD	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
9.	MBTS	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Pengujian kekerasan dilakukan dengan alat ukur kekerasan Durometer type-A, tebal sample uji minimum 2 mm. Kekuatan tarik, modulus elastisitas dan perpanjangan putus sampel dibuat dengan ASTM D 412-16. Pengujian swelling dilakukan cara sampel dipotong dengan ukuran 5 cm , tebal 2 cm dan lebar 1,5 cm sesuai ASTM D 471. Sampel direndam dalam cairan toluen selama 72 jam dengan dilakukan penimbangan setiap 24 jam sekali menggunakan neraca analitik dengan perhitungan seperti pada Persamaan (1):

$$\% \text{ Swelling massa} = \frac{M_1 - M_0}{M_0} \times 100\% \quad (1)$$

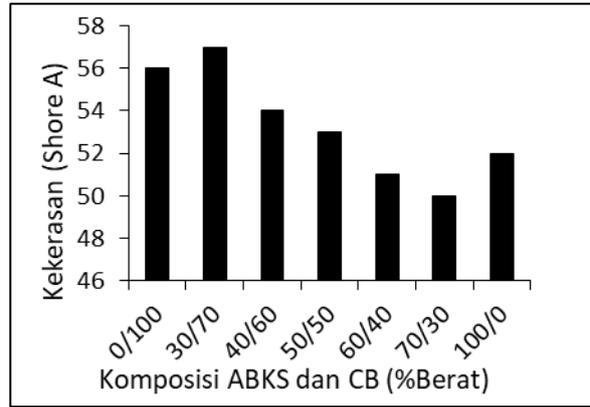
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berdasarkan karakterisasi yang dilakukan dengan mesin uji mekanis diperoleh data kekerasan ,kekuatan tarik, perpanjangan putus, , dan swelling pada kompon karet.

1. Uji Kekerasan

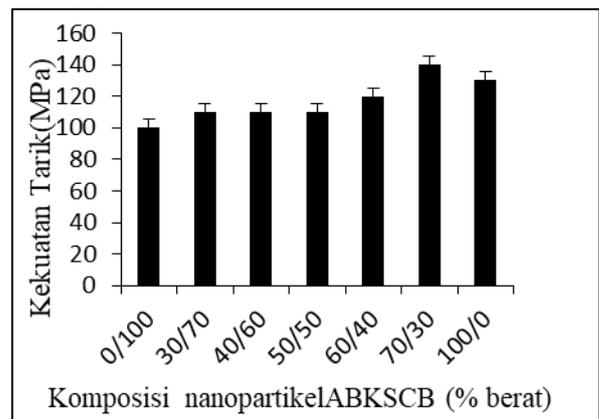
Uji Kekerasan (Hardness) dilakukan untuk mengetahui besarnya kekerasan vulkanist karet, dilakukan dengan kekuatan tertentu dengan menggunakan alat Durometer Shore. Pengaruh komposisi nano partikel ABKS dan Carbon black terhadap nilai kekerasan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Komposisi Nanopartikel ABKS dan Carbon Black terhadap kekerasan

2. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik merupakan tegangan maksimum material untuk dapat menahan ketika sedang diregangkan atau ditarik sebelum putus. Hasil pengujian hubungan kekuatan tarik terhadap komposisi filler dapat Pengujian kekuatan tarik adalah pengujian mekanik secara statis dengan cara sampel ditarik dengan pembebanan pada kedua ujungnya di mana gaya Tarik yang diberikan sebesar P (Newton). Tujuannya untuk mengetahui sifat-sifat mekanik tarik (kekuatan tarik) dari komposit yang diuji. Pertambahan panjangnya (Δl) yang terjadi akibat gaya tarikan yang diberikan pada sampel uji disebut deformasi. Pengaruh komposisi nanopartikel ABKS dan Carbon Black terhadap nilai nilai kuat tarik dapat dilihatdilihat pada gambar 4.2.

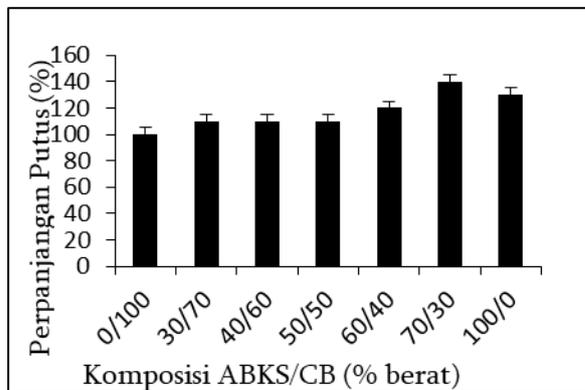


Gambar 2. Komposisi Nanopartikel ABKS dan Carbon Black terhadap Kekuatan Tarik

3. Perpanjangan Putus

Perpanjangan putus adalah besarnya pertambahan panjang suatu benda uji ketika ditarik sampai putus, yang dinyatakan dengan

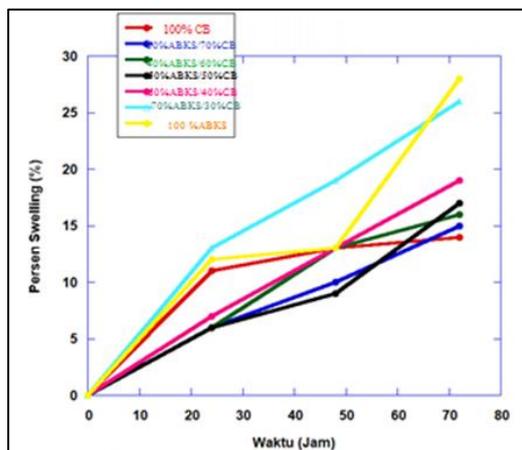
% (persen) dari panjang uji sebelum ditarik. Pengujian ini berfungsi untuk menetapkan berapa % bertambah panjangnya suatu potongan uji/ccontoh karet ketika ditarik sampai putus. Nilai perpanjangan putus berbanding lurus dengan nilai kekuatan tarik. Semakin tinggi nilai tegangan putus berarti energi yang digunakan untuk memutuskan vulkanisat semakin besar, artinya ikatan silang yang terbentuk semakin banyak. Adanya ikatan silang yang lebih banyak menyebabkan elastisitas vulkanisat pun menjadi lebih baik, sehingga kemampuan vulkanisat untuk memanjang semakin bagus dan nilai perpanjangan putus semakin tinggi. Pengaruh komposisi nanopartikel ABKS dan Carbon Black terhadap nilai perpanjangan putus dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Komposisi Nanopartikel ABKS dan Carbon Black terhadap Perpanjangan Putus

4. Swelling (Penggembungan)

Uji swelling dilakukan untuk mengetahui persentase penambahan massa kompon uji kompon karet setelah direndam dalam waktu tertentu pada larutan toluen. Hasil dari uji swelling dari kompon karet berfiller nanopartikel ABKS dan Carbon Black dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Persen Swelling terhadap waktu perendaman

Pembahasan

1. Kekuatan Tarik (Tensile Stength)

Penentuan kekuatan tarik dilakukan dengan pemberian beban tertentu pada spesimen sehingga terjadi perubahan panjang (regangan) yang dapat menyebabkan spesimen tersebut menjadi putus. Pada hasil karakterisasi sifat kekuatan tarik kompon yang dilakukan dengan mesin uji mekanik dengan sampel Dumbbell ASTM D.412-16. Pada Gambar 1 menunjukkan grafik hubungan campuran komposisi ABKS dan carbon black terhadap sifat kekerasan. Pada penelitian ini sifat kekuatan tarik terbaik adalah pada kompon 6 yaitu pada saat diberi bahan pengisi 70 % nanopartikel ABKS dan 30 % Carbon Black dengan nilai kekuatan tarik sebesar 2.5 Mpa. Dalam hal ini terlihat bahwa pencampuran filler nanopartikel ABKS dan Carbon Black yang sesuai menghasilkan sifat kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan hanya filler ABKS atau Carbon Black saja. Nilai kekuatan tarik terkecil adalah pada kompon 1 yaitu kompon karet dengan bahan pengisi 100 % nanopartikel Carbon Black memiliki nilai sebesar 1,7 Mpa. Penurunan sifat mekanik, terutama kekuatan tarik, pada kadar filler Carbon Black yang lebih tinggi, diperkirakan disebabkan oleh beberapa kemungkinan. Kemungkinan pertama adalah terjadinya proses aglomerasi filler yang memang cenderung terjadi jika kadarnya terlalu tinggi (Sidebang 2018). Kemungkinan kedua adalah sulit untuk mencapai campuran homogen antara ABKS dan Carbon Black pada proses pencampuran yang menggunakan open mill untuk kadar filler yang tinggi (Bahruddin, 2010).

2. Perpanjangan Putus (Elongation at Break)

Perpanjangan putus adalah besarnya pertambahan panjang suatu benda uji ketika ditarik sampai putus, yang dinyatakan dengan % (persen) dari panjang uji sebelum ditarik. Pengujian ini berfungsi untuk menetapkan berapa % bertambah panjangnya suatu potongan uji/ccontoh karet ketika ditarik sampai putus. Nilai perpanjangan putus

berbanding lurus dengan nilai kekuatan tarik. Semakin tinggi nilai tegangan putus berarti energi yang digunakan untuk memutuskan vulkanisat semakin besar, artinya ikatan silang yang terbentuk semakin banyak. Adanya ikatan silang yang lebih banyak menyebabkan elastisitas vulkanisat pun menjadi lebih baik, sehingga kemampuan vulkanisat untuk memanjang semakin bagus dan nilai perpanjangan putus semakin tinggi.

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai perpanjangan putus kompon karet dengan bahan pengisi campuran nanopartikel ABKS 70 % dan Carbon Black 30 % mengalami peningkatan dibandingkan dengan nilai perpanjangan putus kompon karet dengan bahan pengisi ABKS yaitu sebesar 140 %. Hal ini disebabkan karena kompon karet yang dihasilkan tidak kaku atau tidak keras, sehingga mudah untuk diregangkan maka memiliki nilai perpanjangan putus yang besar. Penambahan bahan pengisi Carbon Black pada proses pembuatan kompon akan meningkatkan perpanjangan putus kompon karet. Peningkatan perpanjangan putus disebabkan oleh efek penguatan dari Carbon Black terhadap molekul karet (Veronika,2013). Nilai perpanjangan putus kompon karet dengan bahan pengisi campuran nanopartikel ABKS dan Carbon Black mengalami penurunan seiring dengan penambahan Carbon Black karena Carbon Black lebih cenderung meningkatkan kekerasan (*hardness*) (Sidebang,2018) sehingga menghasilkan kompon yang kaku. Gambar 4.4 adalah grafik regresi dari pengaruh campuran ABKS dan carbon black terhadap kekuatan tarik kompon karet.

3. Kekerasan (*Hardness*)

Kekerasan merupakan sifat yang mempengaruhi penampilan dan ketahanan barang jadi karet. Kekerasan suatu kompon karet bisa diartikan sebagai tekanan balik dari kompon karet pada saat kompon karet tersebut diberikan tekanan. Kekerasan karet tergantung kepada peranan bahan pengisi dan bahan pelunak yang digunakan pada penyusunan campuran vulkanisat. Pada gambar 3 nilai kekerasan kompon karet dengan bahan pengisi nano partikel ABKS dan carbon black mengalami penurunan seiring dengan penambahan nano

partikel ABKS. Penurunan nilai kekerasan kompon karet adalah disebabkan oleh kandungan silika yang cenderung meningkatkan nilai kuat tarik karet. Nilai kekerasan kompon karet semakin besar menunjukkan bahwa kompon karet semakin keras (semakin tidak elastis).

Nilai kekerasan kompon karet dengan bahan pengisi campuran Nanopartikel ABKS dan Carbon Black mengalami peningkatan dengan semakin banyak komposisi filler Carbon Black dibanding nanopartikel ABKS. Peningkatan nilai kekerasan kompon karet adalah disebabkan karena kandungan Carbon Black. (Sidebang,E.2018) Nilai Kekerasan dipengaruhi oleh banyaknya bahan pengisi, ukuran partikel dan struktur molekul. Jika ditinjau dari ukuran partikel dan struktur molekul, maka Carbon Black mempunyai ukuran partikel lebih kecil yaitu 31 nm akibatnya interaksi Carbon Black dengan molekul karet lebih baik, sehingga kompon lebih kaku dan keras. Carbon Black mempunyai sifat yang lebih padat dan keras sehingga makin banyak Carbon Black yang ditambahkan kedalam karet akan meningkatkan kekerasan. Semakin banyak ikatan yang terbentuk antara molekul karet dengan Carbon Black menyebabkan kompon karet lebih kaku dan keras sesuai dengan penelitian yang dilakukan Tambunan (2017). Selain itu silika pemberian nanopartikel ABKS yang tepat lebih cenderung meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan dapat memberikan perbaikan sifat fisik karet, hal ini sesuai dengan penelitian (Nanda,2014).

4. *Swelling*

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa penambahan berat kompon selama 72 jam mengalami peningkatan seiring dengan penambahan ABKS, hal ini karena ukuran dari ABKS yang lebih besar dari pada carbon black, sehingga ikatan silang yang terdapat pada kompon karet kurang rapat/ renggang, semakin renggang ikatan silang pada suatu kompon maka penambahan volumenya akan semakin besar, hal ini dikarenakan dalam penggilangan tidak terdistribusi merata dalam kompon karet yang menyebabkan ikatan antar bahan pengisi dan kompon karet kurang baik.

Persentase swelling ditentukan langsung dari derajat keterikatan silang, dimana apabila nilai persentase kecil maka derajat keterikatan silang besar. (Ahmed, 2012). Besarnya swelling tergantung derajat crosslink dan interfacial adhesion. Dari Gambar 4.4 tersebut terlihat bahwa perubahan massa dan rata-rata persentase swelling yang paling kecil terjadi pada kompon 7 yaitu kompon karet dengan bahan pengisi Nanopartikel 100 % dengan persentase swelling sebesar 14 % , Serta persentase swelling terbesar adalah pada kompon 1 yaitu kompon karet dengan filler Carbon Black 100 % dengan persentase swelling sebesar 28 %.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa seiring dengan penambahan carbon black meningkatkan nilai kekerasan dan penambahan nanopartikel ABKS cenderung meningkatkan nilai kuat tarik dan perpanjangan putus akan tetapi cenderung menurunkan nilai kekerasan dan swelling hal ini dikarenakan kandungan SiO₂ yang terdapat pada ABKS yang dapat memperbaiki sifat elastisitas dari kompon karet.

Disarankan dalam penelitian selanjutnya untuk melakukan penggilingan dan pencampuran bahan bahan dalam two roll mill dalam waktu yang lebih lam agar kompon tercampur dan terdistribusi merata.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, K., Nizami, S., Raza, N., & Mahmood, K. (2012). Mechanical, swelling, and thermal aging properties of marble sludge-natural rubber composites. *International Journal of Industrial Chemistry*, 3(1), 1-12
- Bahrudin, Zahrina, I., Zulfansyah, Prayitno, A., dan Ahmad, A., (2010), Sifat Dan Morfologi Komposit Karet Alam-Polipropilen Yang Diperkuat Dengan Sabut Buah Sawit Dan Abu Sawit, *Jurnal Sains dan Teknologi* 4(2):54-56
- Bukit,N.,Frida,E.,(2014) The Effect Zeolit Addition in Natural Rubber Polypropylene composite on mechanical structure and thermal characteristics,*Makara Journal of Technology*, 17(3):113-120
- Bukit,N.,(2018)Mechanical properties of composite thermoplastic HDPE/Natural Rubber and Palm Oil Boiler as a filler, *Journal of physics: Conference Series*,1120(1)
- Bonstra,B.B Blow, C.M. (2005). Rubber Technology and Manufacture *Journal of Rubber Age* 92 (6).115-120
- Ginting,E,M., Bukit,N., Gultom,D.,Frida,E., Bukit,F,B., (2019),Preparation and Characterization of oil palm empty bunches as filler of polypropylene/natural rubber, *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCEET)*,10(6):453-464
- Ginting,E,M., Bukit,N.,Frida,E.,(2017),Mechanical Properties and morphology natural rubber blend with bentonit and carbon black, *IOP Conference Series:Materials Science and Engineering* ,223(1)
- Hendarawan. M. A., Purboputro P.I , Studi Karakteristik Sifat Mekanik Kompon Karet Dengan Variasi Komposisi Sulfur Dan Carbon Black Sebagai Bahan Dasar BanLuar Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT),Surakarta
- Maryanti , (2018), Karakteristik Sifat Fisika Kompon Karet Alam Sebagai Bahan Dasar Footstep Sepeda Motor Dengan Berbagai Formula, *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 29(1), 29-34
- Nanda, H N., Bahrudin., dan Fadli, ahmad., (2014), Pengaru Maleated Natural Rubber Terhadap Morfologi Dan Sifat Thermoset Rubber Dengan Filler Abu Sawit Carbon Black,*JOM FTEKNIK*,1(2) : 1-13.
- Noer, Z., (2018), Characterization of low density polyethylene (LDPE)/carbon black (CB) nanocomposite- based packaging material, *Journal of physics: Conference Series*,1120(1)
- Nugroho, D. (2013) ,Pratomo, Ilham., Wardani, S., dan: Pengaruh Teknik Ekstraksi dan Konsentrasi HCl dalam Ekstraksi Silika dari Sekam Padi 5,(2):30-34
- Septiani,N., Bukit,N.,(2014), Karakterisasi Zeolit Alam dan Abu Boiler Sebagai Bahan Pengisi Thermoplastik

LDPE(Low Density Polyethylen),Einstein
Jurnal,2(3):1-3

Sidebang., E., Bukit, N., (2019),Analisis Sifat
Mekanik Kompon Karet, Jurnal
Einstein,6(2):2-6

Tambunan., Bukit, N., (2017), Pembuatan Dan
Karakterisasi Kompon Karet Dengan Filler
Nanopartikel Abu Boiler Kelapa Sawit dan
Carbon Black, Jurnal Einstein.1-3

Veronika, S., Fadli, A., dan Bahruddin .(2013),
Pengaruh nisbah filler abu sawit (ukuran
direduksi)/carbon black dan temperatur
pencampuran terhadap morfologi dan sifat
komposit polipropilen/ karet alam,
J.Teknik Kima ,2(2),15-20.