



SIFAT MEKANIS NANOKOMPOSIT TERMOPLASTIK HDPE DENGAN FILLER CAMPURAN ABU BOILER KELAPA SAWIT DAN KARBON HITAM

Netty Gultom dan Nurdin Bukit

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

Diterima: Agustus 2020. Disetujui: September 2020. Dipublikasikan: Oktober 2020

ABSTRAK

Penggunaan material plastik saat ini banyak digunakan pada berbagai macam produk mulai dari produk elektronik, otomotif, peralatan rumah tangga, dll sebagai bahan dasar pembuatan sebuah produk. Hal ini tentunya tidak terlepas dari kelebihan yang dimiliki oleh material plastik itu sendiri. Kelebihan material plastik dibandingkan material lain yaitu kuat, ringan, tahan terhadap air dan karat, tahan terhadap bahan kimia, memiliki tekstur yang mengkilat dan licin, lentur dan fleksibel, serta biaya produksi yang relatif murah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi terbaik sifat mekanik dari Termoplastik HDPE dengan bahan pengisi nanopartikel ABKS dan karbon hitam yang meliputi kekuatan tarik, perpanjangan putus dan modulus Young's. Pencampuran dilakukan menggunakan internal mixer laboplastomil pada suhu 1500C dengan laju 60 rpm selama 10 menit dengan variasi komposisi (0/100, 30/70, 40/60, 50/50, 60/40, 70/30, 100/0) phr. Hasil internal mixer laboplastomil dilakukan cetak panas dan cetak dingin kemudian dibuat sampel dengan standart ISO 527-3. Hasil sampel ISO 527-3 dilakukan uji mekanis menghasilkan sampel dengan nilai terbaik yaitu pada komposisi HDPE/PE.g-MA/Kompon 30/70 phr dengan kekuatan tarik 8,2 Mpa, 40/60 phr dengan modulus Young's sebesar 211,1 MPa dan 100/0 phr dengan perpanjangan putus sebesar 6,9 mm.

Kata Kunci: HDPE, Kompon Karet, Nanopartikel Abu Boiler Kelapa Sawit, Karbon Hitam

ABSTRACT

The use of plastic materials is currently widely used in a variety of products ranging from electronic products, automotive, household appliances, etc. as the basic material for making a product. This of course is inseparable from the advantages possessed by the plastic material itself. The advantages of plastic material compared to other materials are strong, lightweight, resistant to water and rust, resistant to chemicals, has a shiny and slippery texture, flexible and flexible, as well as relatively low production costs. This study aims to determine the best composition of mechanical properties of Thermoplastic HDPE with ABKS nanoparticles and carbon black fillers which include tensile strength, elongation of the ptus and Young's modulus. Mixing was done using an internal mixer laboplastomil at a temperature of 1500C at a rate of 60 rpm for 10 minutes with variations in composition (0/100, 30/70, 40/60, 50/50, 60/40, 70/30, 100/0) phr. The results of the internal laboplastomil mixer are hot and cold print then samples are made with ISO 527-3 standard. The results of the ISO 527-3 sample were tested mechanically to produce the sample with the best value in the composition of HDPE / PE.g-MA / Compound 30/70 phr with tensile strength of 8.2 Mpa, 40/60 phr with Young's modulus of 211.1 MPa and 100/0 phr with an extension breaking by 6.9 mm.

Keywords: *HDPE, Rubber Compound, Palm Oil Boiler Ash Nanoparticles, Carbon Black*

PENDAHULUAN

Pada saat ini penggunaan material plastik secara bertahap mulai menggeser penggunaan bahan material lain seperti logam, kayu, kulit, dll. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya penggunaan material plastik pada berbagai macam produk mulai dari produk elektronik, otomotif, peralatan rumah tangga, dll sebagai bahan dasar pembuatan sebuah produk. Hal ini tentunya tidak terlepas dari kelebihan yang dimiliki oleh material plastik itu sendiri. Kelebihan material plastik dibandingkan material lain yaitu kuat, ringan, tahan terhadap air dan karat, tahan terhadap bahan kimia, memiliki tekstur yang mengkilat dan licin, lentur dan fleksibel, serta biaya produksi yang relatif murah (Anang S.,2017).

Thermoplastik adalah plastik yang jika dipanaskan dalam temperature tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan thermosetting adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan caradi panaskan (U.B. Surono, 2013).

ABKS merupakan limbah padat yang telah mengalami proses penggilingan pada proses pembakaran cangkang dan seratbuah pada suhu 500 – 700 oC pada dapur tungku boiler (Ginting, 2015). ABKS merupakan biomass dengan kandungan silika (SiO₂) yang potensial dimanfaatkan, dimana ABKS mengandung unsure kimia Silika (SiO₂) sebanyak 31,45 % dan unsure kapur (CaO) sebanyak 15,2 % (Ginting, 2014). Abu boiler kelapa sawit (ABKS) dapat dimanfaatkan sebagai filler memberikan keuntungan secara ekonomis dan ramah lingkungan. Abu boiler kelapa sawit adalah abu yang telah mengalami proses penggilingan pada proses pembakaran cangkang dan serat buah pada suhu 500-7000C pada dapur tungku boiler. Abu kelapa sawit dari sisa pembakaran cangkang dan serabut buah kelapa sawit mengandung unsur silika (SiO₂) sebanyak 31,45 % dan unsur kapur (CaO) sebanyak 15,2%. Pembakaran cangkang dan serat buah menghasilkan kerak yang keras berwarna putih keabuan akibat

pembakaran dengan suhu tinggi dengan kandungan silika 49,2% (Awal et al ,2010).

Telah banyak penelitian yang membuat tentang campuran abu boiler kelapa sawit (ABKS) dengan karet alam (Tambunan, N, M, 2017), (Ginting, E, M, dkk., 2015), (Bukit, N et al., 2013), (Sidebang, E dkk., 2018),(Ginting, E,M et all., 2018), (Noer, dkk., 2018), (Bukit, N et al., 2018), (Bahruddin,dkk.,2007), (Bukit, N et al., 2014), (Ginting,E,M dkk., 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan ternyata limbah abu kelapa sawit banyak mengandung unsur silika (SiO₂) yang merupakan bahan pozzolanic (Ermiyati,2007).

Kompon karet adalah merupakan turunan yang paling utama dari komoditi karet. Hampir semua kompon karet menggunakan carbon black sebagai bahan pengisi (filler). Bahan pengisi carbon black berfungsi sebagai penguat (reinforcing), memperbesar volume, memperbaiki sifat-sifat fisik dari barang-barang karet dan memperkuat vulkanisasi. Telah banyak penelitian yang melakukan tentang pembuatan kompon karet (Bukit, N, 2011), (Bukit, N et al., 2017), (Nasution, 2017), (Ali, dkk., 2014), (Nuyah, 2013), membuat variasi perbandingan yang berbeda dalam pembuatan kompon karet tersebut.

METODE PENELITIAN

High Density Polyethilen yang digunakan sebagai thermoplastic adalah Melting Point 100-1350C / 212-2750F, Spesific Gravity (at 200C) (water = 1) 0,94-0,958. Karet alam (SIR-20), Abu Boiler kelapa sawit Carbon black tipe N330 dengan diameter 31 nm, Sulfur sebagai curative agent, ZnO (Zinc oxide) digunakan sebagai aktivator, Asam stearat digunakan sebagai koaktivator, dan peralatan untuk proses vulkanisasi dinamik, yaitu Internal Mixer Laboplastomills bambury rotor, volume chamber 300 cc dengan persentase pengisian 70%.

Penyiapan Blend

Blend dibuat dalam dua tahapan proses, yaitu pembuatan kompon karet dan pencampurannya dengan Termplastik HDPE. Kompon karet merupakan campuran yang

terdiri dari SIR-20, campuran filler abu sawit/carbon black, asam stearat, zinc oxide, MBTS dan sulfur yang dibuat dengan menggunakan Two Roll Mixing Mill. Proses pembuatannya dilakukan pada suhu kamar dengan urutan proses pencampuran ditunjukkan pada Tabel 1 dimana, pada penambahan filler dilakukan variasi filler abu sawit/carbon black, 0/100; 30/70; 40/60; 50/50; 60/40; 70/30 dan 100/0.

Tabel 1. Proses pencampuran material untuk pembuatan kompon karet menggunakan two-roll mill

Aktivitas	Waktu Proses (menit ke)
Mastikasi Karet	0
Penambahan <i>filler</i> dan karbon hitam (ukuran yang direduksi)	10
Penambahan ZnO	15
Penambahan asam Streatat	16
Penambahan sulfur	17
Penambahan BHT	18
Penambahan ZDEC	19
Penghentian proses pencampuran	30

Tabel 2. Proses pencampuran material untuk pembuatan komposit PP/KA menggunakan internal mixer

Aktivitas	Waktu Proses (menit ke-)
Pelelehan HDPE	0
Penambahan kompon karet	10
Penambahan PE.g.MA	15
Penghentian proses pencampuran	25

Pencampuran kompon, HDPE dan PE.g.MA menggunakan Internal Mixer, dengan urutan proses sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2. Proses pencampuran dilakukan pada temperatur yaitu, 150 OC. Kecepatan rotor 60 rpm. Kemudian blend tersebut dipersiapkan untuk pengujian sifat-sifat mekanik (tensile strength, elongation at break, modulus elastic) berdasarkan standar ISO 527-3.

Pngujian Blend (Sifat Mekanik)

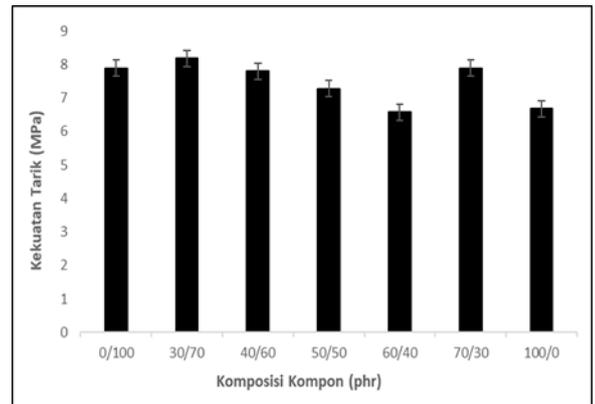
Pengujian sifat mekanik meliputi tensile strength, elongation at break dan modulus

elastic. Sebelum melakukan uji tensile, material yang akan diuji harus dibentuk menjadi spesimen-spesimen dengan menggunakan dumbbell dan ukurannya disesuaikan dengan standar yang digunakan, yaitu ISO 527-3. Jumlah spesimen pada uji tarik minimal 5 spesimen yang dipotong dari setiap titik pada lembaran sampel. Hasil uji tarik yang diperoleh berupa grafik hubungan tegangan (stress) terhadap regangan (strain) dari masing-masing spesimen uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kekuatan Tarik (MPa)

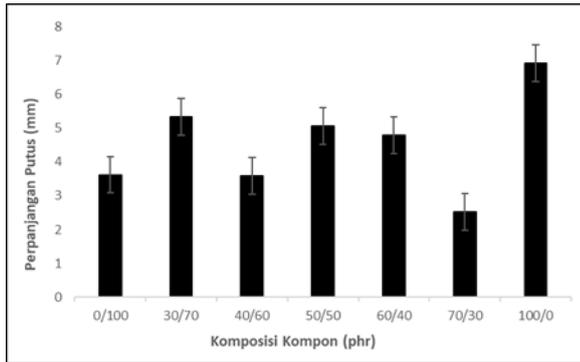
Hasil analisis uji mekanis nanokomposit termoplastik HDPE terhadap variasi komposisi abu boiler kelapa sawit dan karbon hitam untuk kekuatan tarik ditunjukkan pada gambar 4.8 dapat dilihat bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi adalah pada HDPE dengan bahan pengisi ABKS/karbon hitam (30/70) phr dengan kekuatan tarik sebesar 8,2 Mpa.



Gambar 1. Hubungan material nanokomposit Termoplastik HDPE terhadap kekuatan tarik

Dalam hal ini terlihat bahwa penggunaan filler ABKS menghasilkan sifat kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa filler ABKS. Penurunan sifat mekanik, terutama kekuatan tarik, pada kadar filler yang lebih tinggi, diperkirakan disebabkan oleh beberapa kemungkinan. Kemungkinan pertama adalah terjadinya proses aglomerasi filler yang memang cenderung terjadi jika kadarnya terlalu tinggi. Kemungkinan kedua adalah sulit untuk mencapai campuran homogeny pada proses pencampuran yang menggunakan internal mixer untuk kadar filler yang tinggi (Bahrudin, 2010).

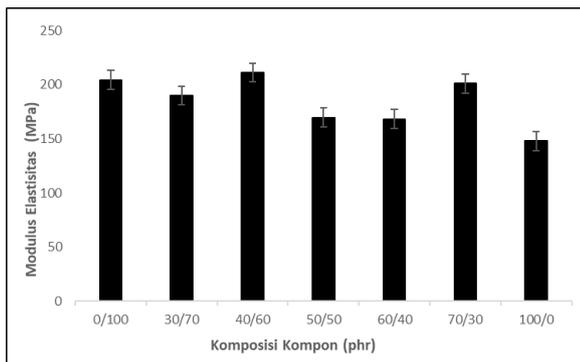
2. Perpanjangan Putus (mm)



Gambar 1. Hubungan material nanokomposit Termoplastik HDPE terhadap perpanjangan putus

Hasil analisis uji mekanis nanokomposit termoplastik HDPE terhadap variasi komposisi ABKS untuk regangan putus dapat dilihat pada gambar 4.8 yaitu menunjukkan nilai regangan putus tertinggi adalah pada HDPE dengan komposisi ABKS 100/0 phr yaitu nilai kuat putusnya sebesar 6,9 Mpa, dan yang paling rendah pada HDPE dengan komposisi ABKS 70/30 phr senilai 3,5 Mpa. Namun pada HDPE dengan komposisi 0/100 phr nilai kuat putusnya sama dengan 40/60 phr yaitu 3,6 Mpa. Penurunan sifat mekanik pada kadar filler yang lebih tinggi diperkirakan disebabkan oleh beberapa kemungkinan (Bahruddin, 2010).

3. Modulus Elastisitas (Mpa)



Gambar 3. Hubungan material nanokomposit Termoplastik HDPE terhadap Modulus Elastisitas

Hasil analisis uji mekanis nanokomposit termoplastik HDPE terhadap variasi komposisi abu boiler kelapa sawit/ karbon hitam, untuk Modulus Young's ditampilkan seperti pada Gambar 2 yang menunjukkan penurunan

nilai modulus Young mulai dari HDPE tanpa filler ABKS hingga HDPE dengan filler ABKS 100 %. Nilai modulus young's terbesar adalah pada komposisi ABKS 40/60 phr yaitu sebesar 211,1 Mpa.. Peningkatan Modulus Young's disebabkan karena abu boiler kelapa sawit memiliki sifat kekakuan yang tinggi dengan kandungan silika yang lebih murni (Ginting, E.M., 2015).

Tingginya nilai modulus elastic dapat disebabkan karena adanya penambahan abu sawit, Silika yang ada pada abu sawit mampu meningkatkan kekerasan dari material komposit. Hal ini dapat dikarenakan penambahan kadar abu sawit dengan ukuran direduksi dalam jumlah yang lebih banyak dapat menyebabkan aglomerasi dalam material komposit HDPE. Aglomerasi ini cenderung terjadi karena silika memiliki gugus hidroksil yang bersifat polar yang akan berusaha membentuk ikatan hidrogen dengan molekul silika lainnya (Kaewasakul, 2013).

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang dilakukan, Maka dapat disimpulkan bahwasannya; Sifat mekanis hasil campuran maksimum HDPE adalah pada komposisi HDPE menggunakan bahan pengisi ABKS 40/60 phr dengan hasil Modulus Young's sebesar 211,1 Mpa dan perpanjangan putus dengan bahan pengisi ABKS 100/0 phr sebesar 6,9 mm, sedangkan untuk kekuatan tariknya terdapat pada komposisi 30/70 phr yaitu sebesar 8,2 Mpa. Sifat mekanis hasil campuran terbaik HDPE adalah pada komposisi 40/60 phr dengan kekuatan Tarik 7,8 MPa, perpanjangan putus 9,3 mm dan modulus elastisitas sebesar 211,1 MPa sesuai dengan Sifat Mekanik Plastik Sesuai ASTM D 882 Tahun 2012 dan Sifat Mekanik Plastik Sesuai SNI dan Penggunaan filler abks menghasilkan sifat kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa filler abks, peningkatan nilai modulus young lebih tinggi saat tidak di beri filler abks, sedangkan sifat mekanis terhadap perpanjangan putus mengalami peningkatan yang terbaik pada saat di beri filler abks.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Farida., D, R, Mezal, M., H, Darmawan, Valencia., (2014), pengaruh penambahan zeolite dan kulit kerang darah terhadap sifat mekanis rubber compound, *jurnal teknik kimia*, 20(3): 57-63
- Anang, S, (2017), Peran Abu Sekam Padi Pada Komposit Polimer Jenis PET. *Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang*.
- Bahrudin., Zahrina, I., Zulfansyah., Prayitno, A., Ahmad, A., (2010), Sifat Dan Morfologi Komposit Karet Alam-Polipropilen Yang Diperkuat Dengan Sabut Buah Sawit Dan Abu Sawit, *Prosiding : Seminar Nasional Sains & Teknologi-III* : 105-116
- Bukit, N., Frida, E., Harahap, M, H., (2013), Preparation Natural Bentonit in Nano Particle Material as Filler Nanocomposite High Density Polyethylene (Hdpe), *Chemistry and Materials Research*, 3 (13) :10-20
- Bukit, N., and Frida, E., (2013), The Effect Addition in Naturak Rubber Polypropylene Composite on Mechanical, Structure, and Thermal Characteristics, *Makara Seri Teknologi*, 17 (3) : 113-120
- Bukit, N, (2011), Pengolahan Zeolit Alam Sebagai Bahan Pengisi Nano Komposit Polipropilena Dan Karet Alam SIR-20 Dengan Kompatibeliser Anhidrida Maleat-Grafted-Polipropilena Disertasi, FMIPA, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Bukit, N, Ginting,E,M., Pardede, J, S., Frida, E., Bukit, B,F., (2018), Mechanical Properties of Composite Termoplastik HDPE/ Natural Rubber and Palm Oil Boiler Ash as a Filler: *Journal of Physics*, 1120(2018) 012003
- Ginting, M, E., Bukit, N., Frida, E., (2015), Mechanical properties and Mophology natural rubber blend with bentonit and carbon black, *IOP conf.series: Material science and Engineering*, 223(2016) 012003.
- Ginting, E,M., Wirjosentono,,B., Bukit, N., Agusnar, H., (2014), Preparation and Characterization of Rice Husk Ash as Filler Material in to Nanoparticles on Hdpe Thermoplastic Composites, *Chemistry and Materials Research*, 6(7): 14-24
- Ginting, E, M., (2015), Analisis Termal Dan Struktur Nano Komposit Dengan Bahan Pengisi Nano Partikel Abu Sekam Padi, *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 16 (2) : 65-70
- Ginting, E,M., Sinulingga, K., Harahap, M,H., Padang, M.,M., Bukit, N., (2016), Karakterisasi Abu Sekam Padi Disintesis Polietilen Glikol-6000 Sebagai Bahan Pengisi Nanokomposit Termoplastik HDPE: *Spektra Jurnal Fisika*, vol, 1 No. 1 Agustus 2016
- Ginting, E, M., Motlan, Bukit, N., Saragih, M,T., Sinaga,A,H., Frida,E., (2018), Preparation And Characterization Of Oil Plam Empty Bunches Powder : *Journal of Physics*, 1120(2018) 012004
- Noer, Z., Nasrudin, M,N., Bukit, N., Juwairiah, Susilawati, Ikhwanuddin, (2018), Characterization of Low-Density Polyethylene (LDPE) /carbon black (CB) Nanocomposite-Based Packaging Material: *Journal of Physics*, 1120(2018) 012066
- Nuyah., Rahmaniar., (2013) Pembuatan Kompon Karet Dengan Bahan Pengisi Arang Cangkang Sawit, *Jurnal Dinamika Penelitian Industry*, 24(2):114-12
- Kaewasakul, (2013), Silica-Reinforced 'atural Rubber for Low Rolling Resistance, EnergySaving Tires, Ph.D. Thesis, University of Twente, Enschede, the Netherlands, and Prince of SongklaUniversity, Pattani Campus, Thailand.
- Pardede, I,S., (2017), Pengolahan Abu Boiler Kelapa Sawit Sebagai Filler Termoplastik Elastomer, *Skripsi UNIMED*, Medan
- Tambunan, N, M, (2017) Campuran Abu Boiler Kelapa Sawit Dengan Karet Alam SIR-20