



Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Termoplastik Elastomer dari Karet Alam-Polipropilena Bekas dengan *Filler* Tandan Kosong Kelapa Sawit

The Preparation and Characterization of Thermoplastic Elastomer Natural Rubber-Polypropylene Waste with Oil Palm Empty Bunches as Filler

Dedri Syafei*¹, Wimpy Prendika¹

¹ Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Pelalawan, Indonesia

ABSTRAK

Salah satu cara mengurangi limbah adalah dengan memaksimalkan pemanfaatan plastik Polipropilena (PP) bekas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Karet Alam (KA) dapat mengurangi sifat getas plastik PP dan meningkatkan nilai jual karet rakyat. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat dan mengkarakterisasi komposit Termoplastik Elastomer (TPE) KA/ PP/TKKS. Pembuatan komposit TPE dilakukan dengan metode reflux dengan rasio KA/PP bekas sebesar 50:50 (b/b) dan variasi penambahan TKKS yaitu 0 g; 9,8 g; 19,2 g; 28,4 g; 37,0 g; dan 45,4 g dengan berat total 500 g. Komposit dikarakterisasi berdasarkan uji daya serap air, uji densitas, uji kuat tarik dan analisis Scanning Electron Microscopy (SEM). Komposit TPE yang dihasilkan berwarna coklat. Hasil uji daya serap air menunjukkan peningkatan dengan meningkatnya jumlah TKKS dalam komposit. Hasil optimum ditunjukkan oleh sampel yang mengandung 19,2 g TKKS, dengan nilai densitas 0.856517 g/cm³ dan nilai kuat tarik 3.803 MPa. Nilai optimum ini juga didukung oleh hasil analisis (SEM) yang menunjukkan terbentuknya rongga-rongga kosong yang relatif banyak, merata, bentuk permukaan yang rata dan tidak terbentuk aglomerasi pada komposit.

ABSTRACT

Waste reduce way is by maximize utilization of Polypropylene (PP) plastics waste and Oil Palm Empty Bunches (OPEB). Natural Rubber (NR) can reduce the brittle properties of PP plastic and increase the selling value of rubber smallholder. The purpose of this research was to make and characterize Thermoplastic Elastomer (TPE) composites NR/PP/OPEB. TPE composite was prepared by reflux method with composition of NR/PP plastics waste were 50:50 (w/w). The OPEB concentration was varied 0 g; 9.8 g; 19.2 g; 28.4 g; 37.0 g; and 45.4 g with total weight was 500 g. The composites were characterized based on water absorption test, density test, tensile strength test and Scanning Electron Microscopy (SEM) analysis. The TPE composite products are brown. Water absorption test result showed an increase with the addition of OPEB in the composite. The optimum results showed by sample containing 19.2 g OPEB with density of 0.856517 g/cm³ and tensile strength of 3.803 MPa. This data is supported by SEM image that showed many pores, smooth surface and no agglomerate.

Kata kunci/Keyword : Karet alam, polipropilena, kelapa sawit, termoplastik elastomer, *natural rubber, oil palm, polypropylene, thermoplastic elastomer.*

INFO ARTIKEL

Received: 08 Jan 2021;

Revised: 19 Mar 2021;

Accepted: 1 Jun 2021

* corresponding author: yusnaidar@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.22437/jisic.v13i1.12965>

PENDAHULUAN

Jambeck *et. al.*, (2015) melaporkan bahwa Indonesia merupakan negara peringkat kedua dunia sebagai penghasil sampah plastik yang mencapai 187,2 juta ton setelah Cina yang mencapai 262,9 juta ton. Berdasarkan data tersebut lebih dari satu juta kemasan plastik digunakan setiap menitnya dan 50% dari kemasan plastik tersebut dipakai hanya sekali lalu langsung dibuang. Banyak dari sampah kemasan plastik tersebut terbuat dari Polipropilena (PP). PP bekas ini dapat dimanfaatkan sebagai matriks pada komposit Termoplastik Elastomer (TPE). TPE adalah suatu campuran atau senyawa polimer yang merupakan gabungan dari sifat-sifat proses termoplastik dengan tampilan fungsi elastomer konvensional dan temperatur lelehnya menunjukkan bahwa karakter termoplastik yang memungkinkan untuk dibentuk kembali menjadi barang jadi (Setiorini, 2019).

Elastomer yang dapat digunakan adalah berupa karet alam (KA). Saputra (2016) melaporkan bahwa penambahan limbah karet alam di dalam komposit polipropilena/serat karbon/montmorilonit dapat meningkatkan elastisitas komposit. Selain itu, penambahan bahan pengisi diharapkan mampu meningkatkan kekuatan komposit. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dapat digunakan sebagai bahan pengisi pada komposit. Penambahan bahan pengisi serbuk tandan kosong kelapa pada campuran PP-karet EPDM dengan menggunakan dikumul peroksida sebagai inisiator dan divinilbenzena sebagai bahan pengikat silang menunjukkan penurunan kekuatan Tarik, kekuatan lentur dan persentase ikat silang pada komposit TPE (Prendika, 2013). Penggunaan bahan pengisi dan penguat memungkinkan plastik-karet memiliki mutu kimia yang baik sebagai bahan polimer dan tahan terhadap pemecahan karena tekanan walaupun pada temperatur tinggi (Gachter and Muller, 1991).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka pada penelitian ini perlu dilakukan

pembuatan komposit TPE dari KA/PP bekas/TKKS serta karakterisasi terhadap komposit TPE tersebut. Karakterisasi yang dilakukan adalah uji daya serap air, uji densitas, uji kuat tarik dan analisis Scanning Electron Microscopy (SEM).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan berupa ayakan 500 Mesh, piknometer, neraca analitis (Metler Toledo), alat uji tarik autograph (Torsee Electronic System), *universal testing*, *Fourier Transform Infrared* (Shimadzu IR Prestige-21), dan *Scanning Electron Microscopy* (JEOL JSM-636OLA).

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah karet alam (KA) dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) diperoleh dari perkebunan rakyat Kabupaten Pelalawan-Riau, Polipropilena bekas (PP bekas), xilena teknis diperoleh dari Bratachem, dan NaOH 8% (Sigma-Aldrich, Germany).

Preparasi Sampel Dan Pembuatan Spesimen Komposit Termoplastik Elastomer (TPE)

Karet alam (KA) dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) berasal dari petani swadaya kabupaten Pelalawan. Polipropilena (PP) yang digunakan berasal dari plastik PP bekas kemasan minuman. KA dimastikasi pada temperatur 90°C, PP bekas dipotong kecil-kecil dan TKKS disiapkan dengan cara dihaluskan dan diayak pada 500 Mesh. TKKS direndam dengan NaOH 8% untuk menghilangkan lignin kemudian residu dibilas dengan air mengalir hingga pH netral dan diperoleh serbuk TKKS.

Komposit TPE dibuat dengan mencampurkan KA dan PP bekas dengan metode refluks menggunakan xilena pada temperature 130°C selama 2 jam (Hidayani *et al.*, 2015). Rasio KA/PP bekas sebesar 50:50 b/b dan variasi penambahan TKKS dengan berat total 500 g (Tabel 1).

Tabel 1. Formulasi komposit TPE

Nama Bahan	Formula (gram)					
	1	2	3	4	5	6
KA	250	245,1	240,4	235,8	231,5	227,3
PP bekas	250	245,1	240,4	235,8	231,5	227,3
TKKS	0	9,8	19,2	28,4	37,0	45,4

Komposit TPE dicetak sesuai dengan metoda tes standar sifat kuat tarik plastik ASTM D638. TPE dikarakterisasi meliputi sifat fisik (daya serap air diperoleh dari perubahan massa sebelum dan sesudah perendaman selama 24 jam uji densitas), sifat mekanik (uji kuat tarik) dan analisa morfologi permukaan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposit TPE dibuat dari PP bekas dan KA dengan variasi penambahan TKKS. Komposit TPE yang dihasilkan berwarna cokelat dan dicetak sesuai dengan metoda tes standar sifat kuat tarik plastik ASTP D638 yang ditunjukkan pada Gambar 1. Hasil cetak ini digunakan sebagai spesimen uji selanjutnya.

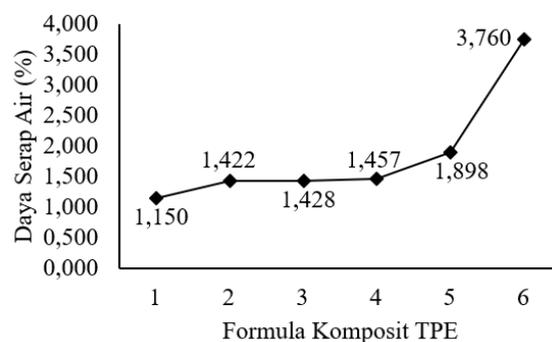


Gambar 1. Hasil Cetak Komposit TPE Sesuai Metoda Standar Kuat Tarik Plastik ASTP D638

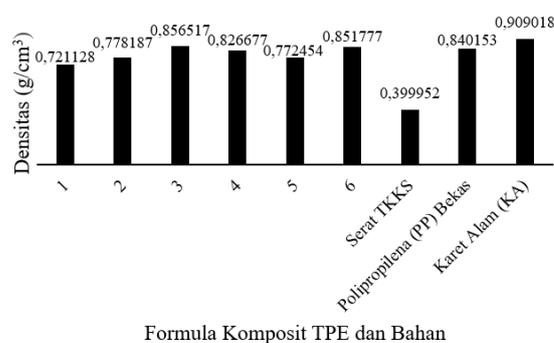
Hasil Uji Sifat Fisik Komposit TPE

Pengujian sifat fisik komposit TPE meliputi uji daya serap air dan penentuan densitas bahan. Hasil pengujian daya serap air disajikan pada Gambar 2. Pengujian daya serap air dilakukan pada semua formula komposit TPE. Daya serap air komposit meningkat dengan meningkatnya jumlah TKKS. Daya serap air dengan nilai minimum ditunjukkan oleh formula 1 dengan nilai 1,1504% dan daya serap air maksimum ditunjukkan oleh formula 6 dengan nilai 3,764%. Hal ini disebabkan jumlah pengisi TKKS yang semakin

banyak dan terjadi karena kemampuan komponen hidrofilik dari serat TKKS yang berperan sebagai saluran air internal dalam komposit yang membantu transfer air dari permukaan matriks karet ke bagian dalam dan adanya kekuatan ekspansi (Zhao *et al.* 2015). Ekspansi merupakan proses yang menyebabkan volume menjadi lebih besar. Semakin besar jumlah air yang diserap, semakin tinggi kekuatan ekspansi yang dihasilkan. Ketika ekspansi kekuatan mencapai pembatasan nilai kesetimbangan elastomer maka keseimbangan pembengkakan dicapai (Zhao *et al.*, 2015). Hal ini disebabkan penyerapan kelembapan yang tinggi dan efek dari kemampuan penyerapan air oleh pengisi pada karet alam (Mathew, 2015) dan disebabkan karena kekuatan ekspansi belum mencapai kesetimbangan pembengkakan karet yang terikat silang sehingga masih dimungkinkan terjadi peningkatan persen penyerapan air (Saijun *et al.*, 2009).



Gambar 2. Grafik Daya Serap Air Komposit TPE

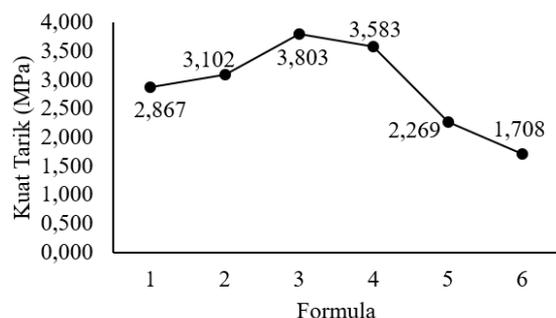


Gambar 3. Grafik Densitas Bahan dan Komposit TPE

Densitas bahan-bahan penyusun komposit meliputi serat TKKS, polipropilena bekas, dan karet alam masing-masing bernilai 0,399952; 0,840153; dan 0,909018 g/cm³ (Gambar 3). Nilai ini mendekati nilai densitas serat TKKS yang dilaporkan oleh Or et. al., (2017) dan juga standar Serat TKKS sebesar 0,7-1,55 g/cm³ (Shinoj *et al.*, 2011). Nilai densitas polipropilena sebesar 0,850–0.950 g/m³ menurut *material safety data sheet* OPalene (2016), densitas KA sebesar 0,91-0,94 g/m³. Densitas terbesar ditunjukkan oleh komposit formula 3 dengan nilai 0.856517 g/cm³ dan densitas terkecil di tunjukkan oleh formula 1 dengan nilai 0.721128 g/cm³. Hasil uji densitas semua formula sampel ini sesuai dengan rentang nilai densitas komposit TPE Karet Alam/PP yang dilaporkan oleh Merbet et. al (2012) yaitu 0,772-0,84 g/cm³.

Hasil Uji Sifat Mekanik Komposit TPE

Sifat mekanik komposit TPE dilakukan dengan analisis kuat tarik. Hasil pengujian kuat tarik komposit TPE ditunjukkan pada Gambar 4.



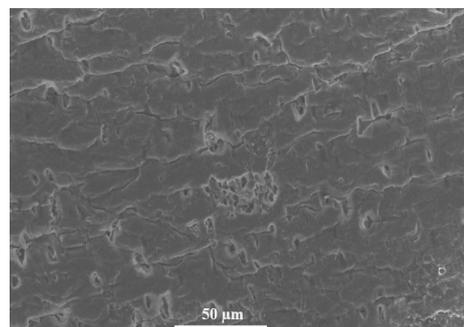
Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Komposit TPE

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil yang optimum terdapat pada campuran TPE KA/PP bekas dengan variasi penambahan serbuk TKKS 19,2 g (formula 3) dengan nilai kuat tarik 3.803 MPa dan kekuatan tarik minimum terdapat pada variasi penambahan pengisi TKKS 45,4 g (formula 6) dengan nilai kuat tarik 1.708 MPa. Kekuatan komposit meningkat sehingga menghasilkan kondisi optimum dan menurun dengan kenaikan jumlah pengisi TKKS yang ditambahkan karena

ketidakmampuan pengisi TKKS untuk mendukung tekanan yang ditransfer oleh matriks komposit. Dispersi pengisi yang baik dan interaksi matriks-pengisi mungkin menjadi dua faktor utama yang bertanggung jawab untuk penurunan kekuatan tarik. Pengamatan serupa telah dilaporkan oleh Zaini (1996) dan Mahdi (2020) untuk komposit dengan pengisi berbeda. Penambahan pengisi berlebih menyebabkan pengisi dominan dalam komposit, interaksi matriks dan pengisi digantikan oleh interaksi pengisi-pengisi yang kuat sedangkan interaksi pengisi-pengisi menghasilkan rendahnya kekuatan tarik dengan bertambahnya jumlah penambahan bahan pengisi (Ismail, *et al.*, 2013).

Hasil Analisa Permukaan dengan Scanning Electron Microscopy (SEM)

Hasil analisis permukaan komposit TPE menggunakan SEM dapat dilihat pada gambar 5. Analisis permukaan dilakukan pada sampel formula 3 karena hasil uji kuat tariknya bernilai optimum. Hasil analisis permukaan menunjukkan bahwa nilai optimum diperoleh karena dispersi pengisian baik yang ditandai dengan terbentuknya rongga-rongga kosong yang relatif banyak, merata dan juga bentuk permukaan yang rata. Ikatan antarmuka yang terbentuk antar matrik juga baik karena tidak terbentuk aglomerasi pada komposit.



Gambar 5. Hasil pengujian SEM Komposit TPE Formula 3 pembesaran 500x.

KESIMPULAN

Komposit TPE dari PP bekas/KA/TKKS adalah berwarna coklat. Hasil karakterisasi optimum

ditunjukkan oleh Formula 3 dengan nilai densitas 0.856517 g/cm^3 dan nilai kuat tarik 3.803 MPa . Nilai optimum ini juga didukung oleh hasil analisis SEM yang menunjukkan bentuk permukaan yang rata.

DAFTAR RUJUKAN

- Gachter, R and H. Muller., (1991). *Plastics additives handbook (third edition)*. *Polymer International*, 25(4),260.
- Hee, K., Putra, A., & Zulkefli, M. (2017). Oil palm empty fruit bunch fibres as sustainable acoustic absorber. *Applied Acoustics*, 119, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.12.002>
- Ismail, H., Salleh, S. Z., & Ahmad, Z. (2013). Properties of halloysite nanotubes-filled natural rubber prepared using different mixing methods. *Materials and Design*, 50, 790–797. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.03.038>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ... Law, K. L. (2015). *the ocean*. 347(6223).
- Mahdi, E., & Dean, A. (2020). *The Effect of Filler Content on the Tensile Behavior of Polypropylene / Cotton Fiber and poly (vinyl)*. <https://doi.org/10.3390/ma13030753>
- Mathew, L. K. (2015). *A Study on the Mechanical Properties of Natural Rubber Vulcanizates Using Precipitated Silica and Treated Coir Pith as Filler*. (July), 249–251.
- Merabet, S., Riahi, F., & Douibi, A. (2012). *The Physical Modification of a Natural Rubber-Polypropylene Thermoplastic Elastomer Blend by Azobisformamide Blowing Agent*. 2012. <https://doi.org/10.5402/2012/168798>
- Prendika, W., (2013). *Pengaruh bahan pengisi tandan kosong kelapa sawit terhadap sifat mekanik komposit termoplastik elastomer dari polipropilena-karet ethylene propylene diene monomer*. *Repository.usu.ac.id*. Universitas Sumatera Utara.
- Hidayani, T. R., Elda, P., dan Dyah, N. (2015). *Karakteristik plastik biodegradabel dari limbah plastik polipropilena dan pati biji durian*. *Majalah Kulit, Karet Dan Plastik*, 31(1), 9–14.
- Opalene. (2016). *Material Safety Data Sheet Polypropylene (PP)*. *Polypropylene (PP)*. (1), 1–6.
- Saijun, D., Nakason, C., Kaesaman, A., & Klinpituksa, P. (2016). *Water absorption and mechanical properties of water-swellaable natural rubber*. (February).
- Saputra, O. A. (2016). *Pengaruh penambahan limbah karet alam terhadap elastisitas, kekuatan bending, dan time to ignition pada komposit polipropilena/serat karbon/montmorilonit*. *Eprints.uns.ac.id*. Universitas Sebelas Maret.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Kemendikbud Dikti atas hibah pendanaan Kompetitif Nasional tahun anggaran 2020 dan ucapan terimakasih kepada Laboratorium Kimia Polimer, FMIPA dan Laboratorium Beton, Universitas Sumatera Utara.

- Setiorini, I. A. (2019). *Karakteristik termoplastik elastomer dari karet alam dan polipropilena dengan penambahan carbon black filler elastomeric thermoplastic characteristics of natural rubber and polypropylene with the addition of carbon black filler*. 10(2).
- Shinoj, S., Visvanathan, R., Panigrahi, S., & Kochubabu, M. (2011). Oil palm fiber (OPF) and its composites: A review. *Industrial Crops & Products*, 33(1), 7–22. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.09.009>
- Zaini, W. I. J., Fuad, M. Y. A., Mansor, M. S., & Mustafah, J. (1996). *The Effect of Filler Content and Size on the Mechanical Properties of Polypropylene / Oil Palm Wood Flour Composites I*. 40, 51–55.
- Zhao, J., Dehbari, N., Han, W., Huang, L., & Tang, Y. (2015). Electrospun multi-scale hybrid nano fiber / net with enhanced water swelling ability in rubber composites. *JMADE*, 86, 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.07.105>