

**Karateristik Komposit Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Perekat Lateks
Komposit pada Pembuatan Karpet**

***Composite Characteristics of Oil Palm Empty Bunch Fiber with Composite Latex
Adhesives in Carpet Production***

***Kurnia Rimadhanti Ningtyas, Supriyanto, Giffary Pramafisi Soeherman**

Politeknik Negeri Lampung, Lampung, Indonesia

email : ningtyas@polinela.ac.id

Abstract

Increasing palm oil factory production has an impact on increasing the palm oil waste produced. Palm oil mill waste can be classified into three types, namely solid waste, liquid waste and waste. Processing or utilization of empty palm oil bunches (EPOB) by palm oil mills (POM) is still very limited. The chemical content of naturally derived plant materials such as lignin, cellulose, hemicellulose and other materials, these contents are potential materials for strengthening household products such as carpets. The characteristics of EPOB fiber is that it has short fibers between 3-8 cm. The binder used is composite latex made from concentrated latex. The aim of this research on the characteristics of palm oil empty fruit bunch (EPOB) fiber composites with composite latex adhesive in making carpets is to obtain an increase in tensile strength as a characteristic of EFB fibers with composite latex, to obtain an optimal composition between fiber volume and latex compound to improve the mechanical properties of the carpet; and Creating new materials from natural sources that are easily degradable and environmentally friendly. The research results showed that the optimal composition produced in worm carpet was Treatment A4 with a formulation of 250 g of EFB fiber with a breaking stress value of 1.1 N/mm², elongation at break of 240%, and tear resistance of 6.1 kg/cm³.

Keywords: EPOB, Carpets, Latex

Abstrak

Peningkatan produksi pabrik kelapa sawit memiliki berdampak terhadap peningkatan limbah kelapa sawit yang dihasilkan. Limbah pabrik kelapa sawit dapat digolongkan dalam tiga jenis yaitu limbah padat, limbah cair, dan limbah Pegolahan atau pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) oleh Pabrik Kelapa Sawit (PKS) masih sangat terbatas. Kandungan bahan kimia dari bahan tanaman yang diturunkan secara alami seperti lignin, selulosa, hemiselulosa, dan bahan lainnya, kandungan tersebut merupakan bahan yang potensial untuk penguatan produk rumah tangga seperti karpet. Karakteristik serat TKKS mempunyai serat yang pendek antara 3-8 cm. Pengikat yang digunakan adalah lateks komposit berbahan utama lateks pekat. Tujuan dari penelitian karateristik komposit serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan perekat lateks komposit pada pembuatan karpet ini adalah Mendapatkan peningkatan kekuatan tarik sebagai karateristik serat TKKS dengan

lateks komposit, Mendapatkan komposisi optimal antara volume serabut, dan kompon lateks untuk meningkatkan sifat mekanis karpet; dan Menciptakan material baru berbahan alam agar mudah terdegradasi dan ramah lingkungan. Hasil penelitian didapatkan komposisi optimal yang dihasilkan pada karpet cacing yaitu Perlakuan A4 dengan formulasi 250 g serabut TKKS dengan nilai tegangan putus 1,1 N/mm² , perpanjangan putus 240%, dan ketahanan sobek 6,1 kg/cm³.

Kata kunci: TKKS, Karpet, Lateks

PENDAHULUAN

Kelapa sawit adalah salah satu komoditi andalan Indonesia yang perkembangannya demikian pesat, hal ini berdampak terhadap produksi hasil samping atau limbah pabrik kelapa sawit meningkat. Peningkatan produksi pabrik kelapa sawit memiliki berdampak terhadap peningkatan limbah kelapa sawit yang dihasilkan. Limbah pabrik kelapa sawit dapat digolongkan dalam tiga jenis yaitu limbah padat, limbah cair, dan limbah Pegolahan atau pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) oleh Pabrik Kelapa Sawit (PKS) masih sangat terbatas. Sebagian hasil limbah TKKS tersebut telah dimanfaatkan oleh masyarakat secara luas yang diolah menjadi produk seperti bahan untuk baglog produksi jamur (Saroni et al., 2020), sebagai bahan untuk biogas (Supriyanto & Saroni, 2020), sebagai komposit penguat suara (Rahmasita et al., 2017) dan beberapa produk lainnya.

Meningkatnya kebutuhan bahan baku untuk peralatan rumah tangga pada saat ini berdampak terhadap kebutuhan bahan alami dalam bentuk serat, sehingga akan berdampak terhadap meningkatnya permintaan global untuk produk berkelanjutan. Dengan demikian, bahan

lignoselulosa terbarukan berbasis tanaman seperti TKKS, rami, sisal, abaca, rami, rami, rami, cemara, pinus, beech, dan oak bisa menjadi pilihan penting (Hasan et al., 2020; Mahmud et al., 2021). Kandungan bahan kimia dari bahan tanaman yang diturunkan secara alami seperti lignin, selulosa, hemiselulosa, dan bahan lainnya (Choi & Choi, 2021) kandungan tersebut merupakan bahan yang potensial untuk penguatan produk rumah tangga seperti karpet. Karakteristik serat TKKS mempunyai serat yang pendek antara 3-8 cm. Pengikat yang digunakan adalah lateks komposit berbahan utama lateks pekat.

TKKS mempunyai kandungan lignoselulosa yang sangat tinggi, berbeda dengan serat kelapa, serat TKKS mempunyai ukuran yang lebih pendek dan tingkat ketebalan yang lebih kecil. Penggunaan lateks komposit sebagai pengikat pada pembuatan karpet cacing akan berdampak terhadap peningkatan sifat mekanis karpet cacing, terutama perubahan peningkatan kekuatan tarik dan sobek. Ukuran yang lebih kecil dan pendek serat TKKS sangat tidak ideal jika digunakan sebagai bahan untuk pembuatan tambang seperti serat kelapa, tetapi serat kelapa mempunyai kuat tarik yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan serat TKKS (Agustina, 2018).

Karakteristik TKKS mempunyai bentuk oval terdiri atas malai-malai dengan serat yang kuat. Ukurannya berkisar antara 40 - 50 cm. TKKS mempunyai berat jenis sebelum dicacah dan sesudah dicacah relatif sama yaitu 0,40 dan 0,35 ton/m³, kandungan serat TKKS antara 62–72,6%. TKKS mempunyai kandungan selulosa 32,57%, hemi selulosa 27,70 dan lignin 24,69%. Oleh sebab itu perbandingan yang tepat untuk pembuatan karpet antara serat TKKS dan lateks komposit menjadi penelitian penting untuk mendapatkan produk karpet yang kuat dan ramah lingkungan.

Lateks komposit sebagai bahan perekat untuk pembuatan karpet cacing TKKS, membutuhkan spesifikasi dan karakteristik yang khusus agar karpet yang dihasilkan tidak mudah sobek tetapi mempunyai daya *dynamic fatigue* yang baik. Sehingga karpet tersebut nyaman untuk digunakan. Ketepatan perbandingan komposisi serat TKKS dan lateks komposit menjadi hal penting terutama pada lateks komposit sebagai perekat bagian atas dan perekat bagian bawah.

Lateks komposit merupakan bahan baku yang mudah terdegradasi sehingga cukup ramah lingkungan. Bahan pengikat ini mempunyai dua fungsi utama dalam pembuatan karpet cacing yaitu; sebagai pengikat serabut dan pelapis serabut bagian atas agar tidak mudah sobek. Namun sifat mekanis dari serat TKKS akan mengalami perubahan. Penelitian ini akan mengkaji karakteristik komposit serat TKKS dengan perekat lateks komposit pada pembuatan karpet.

METODE

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan satu perlakuan yaitu variasi berat lateks (A) dengan empat taraf variasi berat serabut TKKS sebagaimana tercantum di bawah ini.

A1 = 100 g serabut TKKS

A2 = 150 g serabut TKKS

A3 = 200 g serabut TKKS

A4 = 250 g serabut TKKS

Taraf variasi perlakuan tersebut masing-masing akan diaplikasikan dengan berat 50 gram dispersi lateks dan aquadest 50 gram. Uji lanjut Duncan digunakan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan apabila perlakuan memiliki pengaruh yang nyata terhadap masing-masing respons penelitian.

Alat dan Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang diperoleh dari pabrik kelapa sawit PTPN VII Bekri, Kabupaten Lampung Tengah. Bahan-bahan dalam pembuatan lateks komposit antara lain yaitu lateks pekat, asam laurat, KOH, ionol, sulfur, ZDEC, ZMBT, silikon dan ZnO. Sedangkan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pencacah TKKS, *high speed mixer*, *ball mill*, *frame* cetakan karpet, *universal tensile strength* dan alat uji lainnya.

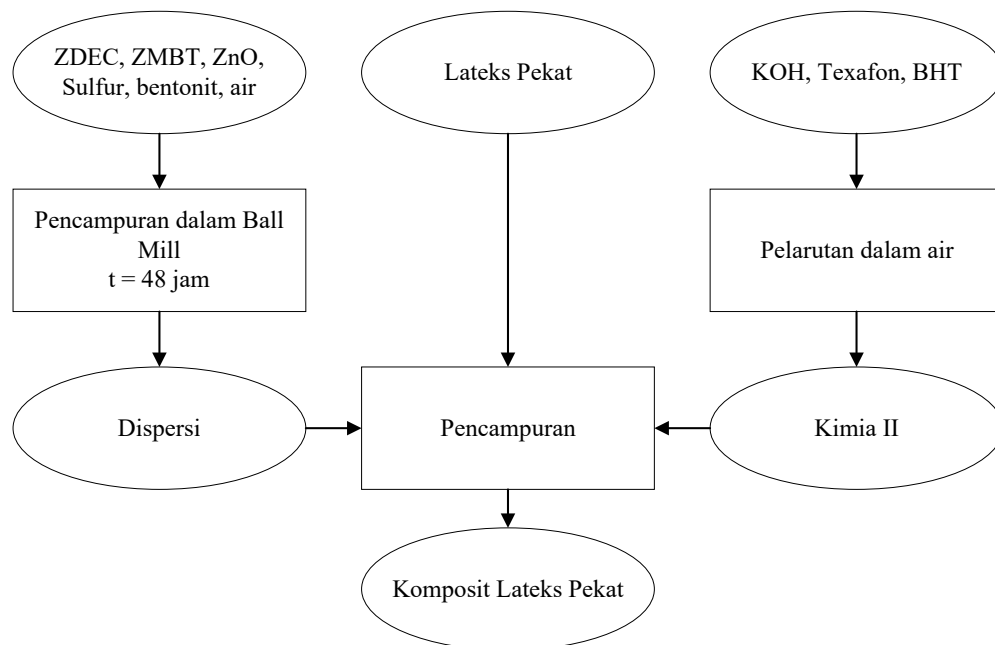
Prosedur Penelitian

Penelitian pembuatan karpet berbahan baku TKKS dan lateks kompon diawali dengan persiapan serabut TKKS dan pembuatan komposit lateks terlebih

dahulu. Serabut TKKS diperoleh dari pencacahan TKKS. TKKS yang didapatkan dari pabrik kelapa sawit PTPN VII pertama-tama direndam menggunakan air selama 30 menit. Setelah itu, TKKS dicacah menggunakan mesin pencacah untuk mendapatkan serabut TKKS. Komposit lateks pekat dibuat dengan cara mencampurkan lateks pekat dengan bahan-bahan tambahan guna meningkatkan karakteristik fisik dari lateks yang akan digunakan pada pembuatan karpet TKKS.

Prosedur pembuatan komposit lateks pekat dapat dilihat pada Gambar 1. Bahan-

bahan kimia yang terdiri dari ZnO, ZMBT, ZDEC, Bentonit, dan sulfur dibuat menjadi dispersi terlebih dahulu menggunakan ball mill. Pembuatan dispersi dilakukan dengan mencampurkan bahan-bahan kimia tersebut dengan air kemudian dicampurkan dan dikecilkan ukurannya menggunakan ball mill selama 48 jam atau dua hari sehingga dihasilkan campuran yang disebut dengan dispersi. Bahan-bahan kimia lain seperti KOH, texafon, dan BHT masing-masing dilarutkan dalam air dan akan dicampurkan dengan lateks pekat bersama dengan dispersi kimia.



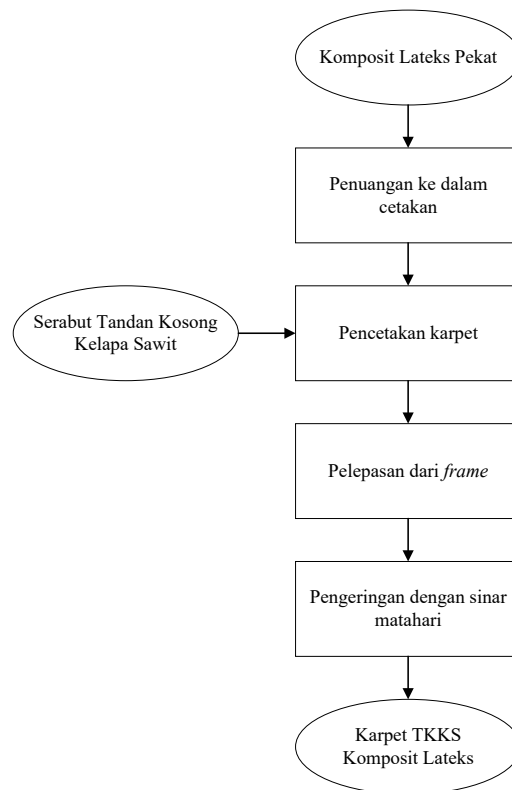
Gambar 1. Prosedur pembuatan komposit lateks pekat

Karpet TKKS dibuat dengan mengombinasikan serabut TKKS dengan komposit karet lateks yang sudah dibuat sebelumnya. Pembuatan karpet dilakukan di atas cetakan atau frame dengan lebar 40

cm dan panjang 60 cm. Sebelum proses pencetakan, frame terlebih dahulu diolesi oleh silikon agar karpet tidak menempel pada frame. Sejumlah lateks komposit sesuai dengan perlakuan ditambahkan ke atas frame dan diratakan. Setelah itu, sebanyak 100, 150, 200, dan 250 gram

serabut TKKS ditambahkan di atas lateks komposit tersebut. Ketebalan serabut yang diinginkan adalah setebal 12 mm. Setelah itu, karpet didiamkan terlebih dahulu selama 15 menit sebelum dilepaskan dari

frame dan dilakukan penjemuran di bawah sinar matahari. Prosedur pembuatan karpet serabut TKKS dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Prosedur pembuatan karpet serabut TKKS dan Lateks Komposit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data

Variabel yang akan diamati dalam penelitian ini yaitu uji tarik dari karpet yang dihasilkan, kekuatan sobek dan kerapatan jenis dari karpet yang dihasilkan. Pengujian kuat tarik dilakukan berdasarkan kepada prosedur uji ASTM C209 dengan menggunakan mesin testing universal. Pengujian densitas mengacu kepada prosedur pengujian densitas dan specific gravity ASTM-D792-2020.

Karpet merupakan alas penutup lantai. Karpet terbuat dari bermacam-macam bahan sesuai dengan kebutuhan dan kegunaannya. Karpet atau permadani adalah suatu barang yang berbentuk lembaran serta terbuat dari rajutan serat kain yang digunakan untuk melapisi atau dijadikan alas. Bahan pembuatan karpet dapat menggunakan berbagai macam jenis bahan, seperti plastik, karet, kain, terpal, beludru, serta bahan agroindustri seperti sabut kelapa dan TKKS. Namun dengan

menggunakan bahan agroindustri karpet memerlukan perekat dengan menggunakan karet/lateks pekat sehingga tidak terjadi pergeseran dan mencegah licin pada karpet.

Bahan baku TKKS yang dipergunakan didapatkan dari PTPN VII Bekri Lampung Tengah. TKKS dilakukan perendaman dengan air bersih dan pencacahan dengan menggunakan alat pencacah serabut. Serabut TKKS yang didapatkan dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan karpet. Proses selanjutnya adalah pembuatan komposit lateks pekat yang dibuat dengan cara mencampurkan

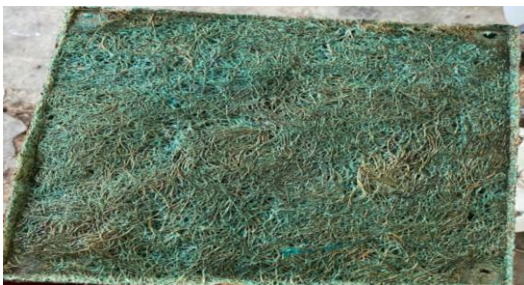
lateks pekat dengan bahan-bahan tambahan kimia lainnya guna meningkatkan karakteristik fisik dari lateks. Prosedur pembuatan komposit lateks diawali dengan mencampurkan bahan-bahan kimia yang terdiri dari ZnO, ZMBT, ZDEC, Bentonit, dan sulfur dengan menggunakan ball mill selama 48 jam atau dua hari sehingga dihasilkan campuran yang disebut dengan dispersi. Bahan-bahan kimia lain seperti KOH, texafon, dan BHT masing-masing dilarutkan dalam air dan akan dicampurkan dengan lateks pekat bersama dengan dispersi kimia.



A1



A2



A3



A4

Gambar 3. Perlakuan A1 = 100 g serabut TKKS, Perlakuan A2 = 150 g serabut TKKS, Perlakuan A3 = 200 g serabut TKKS, dan Perlakuan A4 = 250 g serabut TKKS

Proses pembuatan karpet diawali dengan mengoleskan silikon diatas frame cetakan karpet yang bertujuan agar karpet mudah dilepas setelah proses pengeringan. Sejumlah lateks komposit sesuai dengan perlakuan ditambahkan ke atas frame dan

diratakan. Setelah itu, sebanyak 100, 150, 200, dan 250 gram serabut TKKS ditambahkan di atas lateks komposit tersebut, yang sebelumnya telah dilakukan penyemprotan dispersi lateks pada TKKS dengan menggunakan alat penyemprot

dengan bantuan kompresor secara merata. Ketebalan serabut yang diinginkan adalah setebal 3 cm. Setelah itu, karpet dipress dengan menggunakan alat pengepres dengan suhu 140°C selama 30 menit dan didiamkan terlebih dahulu pada ruangan terbuka selama 15 menit sebelum dilepaskan dari frame dan dilakukan penjemuran di bawah sinar matahari. Karpet yang dihasilkan memiliki karakteristik yang beragam dapat dilihat pada Gambar 3.

Tegangan putus merupakan besarnya beban yang diperlukan untuk meregangkan potongan uji sampai putus, dinyatakan dengan kg tiap cm² luas penampang potongan uji sebelum diregangkan. Jika nilai tegangan putus semakin besar, menunjukkan bahwa kompon karet semakin elastis (Basseri, 2005). Tegangan putus yang dihasilkan dari karpet cacing hasil penelitian bervariasi mulai dari 0,5 N/cm² untuk

perlakuan A1, 0,6 N/cm² untuk perlakuan A2, 0,9 N/cm² untuk perlakuan A3, dan 1,1 N/cm² untuk perlakuan A4. Menurut SNI 12-1000-1989 tentang Karpet Karet menyatakan bahwa nilai standar tegangan putus untuk karpet karet dengan satu lapis minimal 490 N/cm², sehingga dapat dinyatakan bahwa karpet cacing yang diproduksi pada penelitian ini belum memenuhi standar SNI.

Karet merupakan polimer yang bersifat elastis, sehingga sering disebut sebagai elastomer. Sifat fisik karet pada saat vulkanisasi setiap perlakuan yang menurunkan laju alir elastomer dapat meningkatkan tegangan putus, meskipun terjadi dengan adanya panas, proses tersebut berjalan secara lambat, reaksi ini dapat dipercepat dengan penambahan sejumlah kecil bahan akselerator, vulkanisasi tersebut berlangsung melalui mekanisme radikal (Mark et al., 2005).

Tabel 1. Hasil analisa karpet

Sampel	Berat karpet (gr)	Tinggi Karpet (cm)	Tegangan Putus (N/cm ²)	Perpanjangan Putus (%)	Ketahanan Sobek (kg/cm ³)
A1	499	3,40	0,5	10	4,7
A2	313	3,33	0,6	10	5,6
A3	434	4,00	0,9	100	6,4
A4	458	4,80	1,1	240	6,1

Perpanjangan putus merupakan penambahan panjang suatu potongan uji bila diregangkan sampai putus, dinyatakan dengan % dari panjang potongan uji sebelum diregangkan. Pengujian perpanjangan putus (elongation at break) bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat tegangan dan regangan dari karet

vulkanisat dan thermoplastik dan termasuk penentuan yield point melalui kekuatan dan pertambahan panjang vulkanisat karet ketika mengalami penarikan sampai perpanjangan tertentu dan sampai putus. Nilai perpanjangan putus karpet cacing berkisar 10 % untuk perlakuan A1 dan A2, 100% untuk

perlakuan A3, dan 240% untuk perlakuan A4. Berdasarkan SNI 12-1000-1989 tentang Karpet Karet nilai perpanjangan putus untuk karpet satu lapis adalah minimal 60%, sehingga dari hasil penelitian karpet cacing yang memenuhi standar adalah perlakuan A3 dan A4. Nilai perpanjangan putus karpet cacing yang semakin besar menunjukkan bahwa karpet cacing tersebut semakin elastis. Penurunan perpanjangan putus dapat disebabkan meningkatnya rapat ikatan silang antar molekul karet. Perpanjangan putus merupakan salah satu sifat fisika barang jadi karet, untuk mengetahui sifat elastisitas dari produk yang akan menunjukkan sampai seberapa produk yang berbentuk ring dapat diregangkan dengan tepat pada tempatnya (Rahmaniar, 2015).

Ketahanan sobek adalah beban yang diperlukan untuk menarik sampai putus suatu potongan uji yang telah dilubangi memakai pons di tengah-tengah potongan uji sepanjang 5 mm tegak lurus pada arah tarik besarnya tenaga yang dibutuhkan untuk menarik potongan uji yang telah diberi sobekan kecil dan ditarik sampai putus (Basseri, 2005). Hasil pengujian ketahanan sobek pada karpet cacing mulai dari 4,7 kg/cm³ pada sampel A1, 5,6 kg/cm³ pada sampel A2, 6,4 kg/cm³ pada sampel A3, dan 6,1 kg/cm³ pada sampel A4. Ketahanan sobek adalah besarnya tenaga yang dibutuhkan untuk menarik vulkanisat karet alam sampai putus. Dengan demikian berarti semakin besar nilai ketahanan sobek maka semakin besar tenaga yang dibutuhkan untuk menarik karet alam hingga putus (Vachlepi, A. dan Suwardin, 2015).

Apabila ditinjau dari segi karakteristik mekanisnya, beberapa peneliti telah melaporkan data terkait tensile strength, elongation at break, dan young modulus dari TKKS. Meskipun begitu, karena perbedaan asal dan usia dari TKKS yang diuji, hasil yang dilaporkan juga memiliki jenjang yang bervariasi. (Xiang et al., 2015) melaporkan bahwa serat dari batang TKKS memiliki sifat viskoelastis. (Ramlee et al., 2019) pada penelitiannya mengungkapkan bahwa serat TKKS memiliki tensile strength yang berkisar dari 60-81 MPa, young modulus sebesar 1-9 GPa, densitas 0,7-1,55 g cm⁻³, diameter sebesar 250-610 µm, dan elongation at break sebesar 8-18%. Selanjutnya, penelitian oleh (Faizi et al., 2022) melaporkan bahwa serat TKKS alami memiliki tensile strength dan young modulus sebesar 40 MPa dan 0,8 GPa secara berturut-turut.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian Karakteristik Komposit Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Dengan Perekat Lateks Komposit Pada Pembuatan Karpet yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Tegangan putus yang dihasilkan dari karpet cacing hasil penelitian bervariasi mulai dari 0,5 N/mm² untuk perlakuan A1, 0,6 N/mm² untuk perlakuan A2, 0,9 N/mm² untuk perlakuan A3, dan 1,1 N/mm² untuk perlakuan A4. Sedangkan untuk ketahanan sobek pada karpet cacing sebesar 4,7 kg/cm³ pada sampel A1, 5,6 kg/cm³ pada sampel A2, 6,4 kg/cm³ pada sampel A3, dan 6,1 kg/cm³ pada sampel A4. Komposisi optimal yang dihasilkan

pada karpet cacing yaitu Perlakuan A4 dengan formulasi 250 g serabut TKKS dengan nilai tegangan putus $1,1 \text{ N/mm}^2$, perpanjangan putus 240%, dan ketahanan sobek $6,1 \text{ kg/cm}^3$.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S. 2018. Biokomposit Serat Kelapa Sawit Sebagai Bahan Otomotif. Prosiding Seminar Nasional Hasil Litbangyasa Industri, 1(1): 29–37.
- Basseri, A. 2005. Teori Praktek Barang Jadi Karet. Bogor: Balai Penelitian dan Teknologi Karet.
- Chen, T., Mansfield, C.D., Ju, L. & Baird, D.G. 2020. The influence of mechanical recycling on the properties of thermotropic liquid crystalline polymer and long glass fiber reinforced polypropylene. *Composites Part B: Engineering*, 200: 108316. Tersedia di <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359836820333655>.
- Choi, H. & Choi, Y.C. 2021. Setting characteristics of natural cellulose fiber reinforced cement composite. *Construction and Building Materials*, 271: 121910. Tersedia di <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820339143>.
- Faizi, M. K., Bakar, S. A., Majid, M. S. A., Tamrin, S. B. M., Israr, H. A., Rahman, A. A., Guan, N. Y., Razlan, Z. M., Kamis, N. A., & Khairunizam, W. (2022). Tensile characterizations of oil palm empty fruit bunch (Opefb) fibres reinforced composites in various epoxy/fibre fractions. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 12(5). <https://doi.org/10.33263/BRIAC125.61486163>
- Hasan, K.M.F., Horváth, P. & Alpar, T. 2020. Potential Natural Fiber Polymeric Nanobiocomposites: A Review. *Polymers*, 12: 1072.
- Hasan, K.M.F., Horváth, P.G., Bak, M. & Alpár, T. 2021a. A state-of-the-art review on coir fiber-reinforced biocomposites. *RSC Advances*, 11(18): 10548–10571.
- Hasan, K.M.F., Horváth, P.G., Kóczán, Z., Bak, M. & Alpár, T. 2021b. Semi-dry technology-mediated coir fiber and Scots pine particle-reinforced sustainable cementitious composite panels. *Construction and Building Materials*, 305.
- Mahmud, S., Hasan, K.M.F., Jahid, M.A., Mohiuddin, K., Zhang, R. & Zhu, J. 2021. Comprehensive review on plant fiber-reinforced polymeric biocomposites. *Journal of Materials Science*, 56(12): 7231–7264. Tersedia di <https://doi.org/10.1007/s10853-021-05774-9>.
- Mark JE, Erman B, dan Eirich FR. 2005. *Science and Technology of Rubber*. 3 rd Ed. United States of America: Elsevier Academic Press.
- Rahmaniar, A, Rejo, G, Priyanto, B, Hamzah. 2015. Karakterisasi Kompon Karet Dengan Menggunakan Ekstrak Kayu Secang, Pasir Kuarsa Dan Kulit Kerang. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 25 (3):227-238 (2015)
- Rahmasita, M.E., Farid, M. & Ardhyanta, H. 2017. Analisa Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2).
- Ramlee, N. A., Jawaid, M., Zainudin, E. S., & Yamani, S. A. K. (2019). Tensile, physical and morphological properties of oil palm empty fruit bunch/sugarcane bagasse fibre reinforced phenolic hybrid composites. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(4).

<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.06.016>

- Sarono, Sukaryana, Y., Arifin, Z. & Astuti, S. 2020. The analysis of straw mushroom potential development using an empty fruit bunches materials. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 857(1): 0–9.
- Supriyanto & Sarono 2020. Pengaruh Penggunaan Substrat pada Pengomposan Secara Anaerob Menggunakan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dari Limbah Media Jamur Merang.
- Vachlepi, A. dan Suwardin, D. (2015). Kajian Pembuatan Kompon Karet Alam dari Bahan Pengisi Abu Briket Batubara dan Arang Cangkang Sawit. Jurnal Dinamika Penelitian Industri, 26(1), 1–9.
- Xiang, L. Y., Hanipah, S. H., Mohammed, M. A. P., Baharuddin, A. S., & Lazim, A. M. (2015). Microstructural, mechanical, and physicochemical behaviours of alkali pre-treated oil palm stalk fibres. BioResources, 10(2). <https://doi.org/10.15376/biores.10.2.2783-2796>