



Pemanfaatan limbah tandan buah kosong kelapa sawit sebagai penguat komposit untuk material *outer shell* helm SNI

Utilization of waste oil palm empty fruit bunches as composite reinforcement for the outer shell material of the SNI helmet

P. Bismantolo¹, H. Hestiawan^{*1}, F. Wardhani², M.R. Utama¹

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38112, Indonesia, HP. 082289599002

²Prodi Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38112, Indonesia

*E-mail: hestiawan@unib.ac.id

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 18 December 2021

Accepted 07 March 2022

Available online 01 April 2022

Keywords:

Composite

Oil palm empty fruit bunch

Outer shell

SNI helmet

Oil palm empty fruit bunch is abundantly available as waste from palm oil processing which is only used for boiler fuel and plant fertilizers. This study aims to investigate the utilization of oil palm empty fruit bunch as a composite reinforcement material to be applied as a raw material for the outer shell of Indonesian national standard (SNI) helmets. The materials used include oil palm empty fruit bunch, the polyester resin of 157 BQTN-EX yukalac, and the catalyst of MEKPA. The manufacturing process uses the hand lay-up technique by varying the fiber volume fractions 3, 6, 9, 12%, and therefore the fiber size passes mesh of 20 and 50. The tensile test uses the ASTM D 638 standard while the impact test uses the ASTM D 5942 standard. Fiber volume fraction and fiber size affect the mechanical properties of oil palm fiber reinforced composites. The results of the tensile and impact tests showed that the highest tensile strength and impact toughness were obtained within the composite with a fiber volume fraction of 6% and a mesh of 50, which were 34.74 MPa and 60.21 kJ/m², respectively. In comparison with the tensile strength of the SNI helmet of 33.93 MPa, the oil palm empty fruit bunch fiber can be used as a composite reinforcement for the outer shell of the SNI helmet.



1. PENDAHULUAN

Pabrik kelapa sawit dalam proses pengolahan untuk mendapatkan minyak kelapa sawit menghasilkan produk limbah biomassa, antara lain tandan buah kosong, cangkang inti, serat buah, serta limbah pabrik kelapa

sawit, dimana semuanya masih mengandung residu lignoselulosa. Serat kelapa sawit dapat diekstraksi dari buah, pelepah, dan batang. Beberapa penelitian melaporkan bahwa serat tandan buah kosong kelapa sawit memiliki kekuatan tarik dan ketangguhan yang tinggi serta dianggap sebagai salah satu jenis material yang menjanjikan Khalil, dkk. (2012).

Dengan semakin meningkatnya permintaan minyak kelapa sawit maka limbah yang dihasilkan juga semakin banyak. Dari setiap 1 kg minyak sawit akan menghasilkan 4 kg produk limbah biomassa. Oleh karena itu, perlu mendapat perhatian yang serius untuk mengolah limbah tersebut agar dapat dimanfaatkan menjadi produk yang memiliki nilai lebih, Sulaiman, dkk. (2011). Pemanfaatan produk limbah biomassa kelapa sawit masih terbatas sebagai bahan pakan ternak, pupuk organik, pulp dan kertas. Isu lingkungan yang semakin gencar telah mendorong industri mulai menggunakan material ramah lingkungan, seperti komposit berpenguat serat alam.

1.1 Tandan kosong kelapa sawit (TKKS)

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan salah satu produk sampingan berupa padatan dari industri pengolahan kelapa sawit. Secara fisik tandan kosong kelapa sawit terdiri dari berbagai macam serat dengan komposisi, antara lain sellulosa sekitar 45,95%, hemiselulosa sekitar 16,49%, dan lignin sekitar 22,84% ,Darnoko, dkk. (2002). TKKS murah, dapat terdekomposisi, tidak beracun, density rendah, dan merupakan serat alam yang tersedia dalam jumlah melimpah, Singha dan Thakur, (2008). TKKS memiliki potensi yang cukup besar untuk dapat dimanfaatkan. Namun, saat ini TKKS baru dimanfaatkan sebagai pupuk organik, bahan baku pembuatan kertas, briket, dan umumnya baru sampai pada pemanfaatan serat sebagai bahan pengisi suatu medium seperti pengisi rongga jok mobil dan kasur. Kurangnya informasi tentang pemanfaatan TKKS mengakibatkan TKKS belum dimanfaatkan secara maksimal dan cenderung menjadi limbah, Rihayat, dkk. (2018). Oleh karena itu, diperlukan adanya penelitian untuk mengkaji potensi TKKS sebagai material serat alam yang bisa dimanfaatkan untuk produk yang tidak hanya sekedar menjadi produk hasil cacahan atau sekedar menjadi pengisi volume, tetapi juga sebagai bahan baku produk yang mensyaratkan kekuatan mekanik tertentu, seperti pada *outer shell* helm.

1.2 Outer shell helm

Outer shell merupakan lapisan paling luar dari helm yang berfungsi melindungi kepala dari benturan. Untuk itu, bagian helm ini harus terbuat dari material yang ringan dan memiliki kekuatan terhadap benturan yang baik. Helm Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah helm yang telah tersertifikasi kualitasnya oleh badan standarisasi yang ditunjuk oleh pemerintah dan telah memenuhi persyaratan material dan konstruksi, serta diatur dalam pasal 57 Undang-undang No. 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Budiman, (2018). Material yang umum digunakan adalah komposit dengan menggunakan bahan penguat serat sintetis, seperti serat karbon, serat Kevlar dan serat kaca (*fiberglass*). Tetapi karena serat sintetis memiliki kelemahan tidak ramah lingkungan, oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan bahan penguat dari serat TKKS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan serat TKKS sebagai bahan penguat komposit untuk *outer shell* helm SNI.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Material

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang diperoleh dari Pabrik Kelapa Sawit di Provinsi Bengkulu (Gambar 1). Resin poliester tak jenuh Yukalac 157 BQTN-EX dan katalis *methyl ethyl ketone peroxide A* (MEKPA) diperoleh dari PT. Justus Kimiara Jakarta. Perbandingan resin dan katalis adalah 100:1 (w/w).



Gambar 1. Serat TKKS

2.2 Proses Pembuatan Komposit

Sebelum dicetak serat TKKS diproses secara mekanik dengan cara ditumbuk hingga berbentuk serbuk dan disaring menggunakan ayakan *mesh* 20 dan 50. Serbuk TKKS dimasukkan ke dalam resin poliester dan diaduk menggunakan *hotplate magnetic stirrer* dengan kecepatan putar 500 rpm pada temperatur ruang selama 30 menit. Setelah tercampur secara merata, campuran resin poliester dan serbuk TKKS dituangkan ke dalam cetakan menggunakan teknik *hand lay-up* dengan variasi fraksi volume serat 3, 6, 9 dan 12%. Pengujian mekanis yang dilakukan meliputi uji tarik dan dampak dengan mengacu pada standar ASTM D 638 dan D 5942, seperti ditampilkan pada Gambar 2.

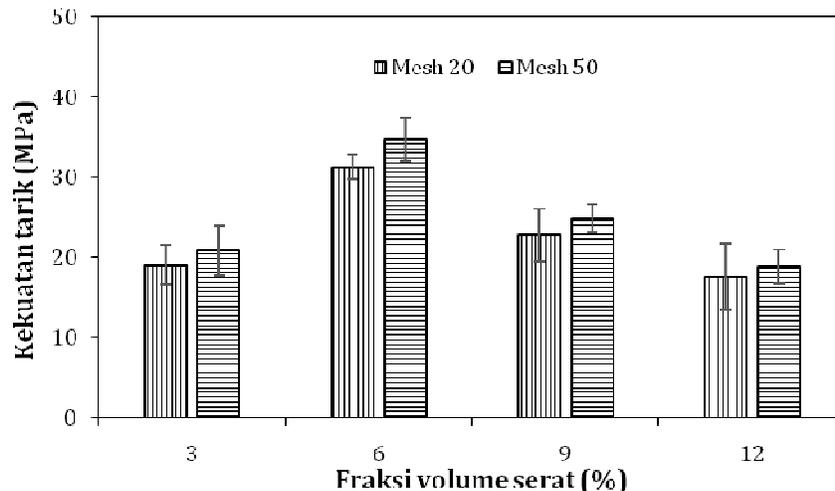


Gambar 2. Spesimen a) Uji tarik ; b) Uji dampak

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji tarik

Uji tarik menggunakan mesin *universal testing machine* di Laboratorium Material Universitas Bengkulu. Uji tarik dilakukan sebanyak 5 spesimen untuk setiap variasi yang diberikan dan hasilnya ditampilkan pada Gambar 3 yang menyajikan perbandingan kekuatan tarik komposit terhadap ukuran dan fraksi volume serat. Semakin kecil ukuran serat yang ditandai dengan semakin besarnya ukuran *mesh* yang digunakan maka kekuatan tarik komposit berpenguat serat TKKS semakin tinggi. Hasil yang sama ditunjukkan penelitian yang dilakukan oleh Ku, dkk. (2011) menunjukkan bahwa komposit HDPE berpenguat serbuk kayu lolos *mesh* 40 memiliki kekuatan tarik yang lebih besar dibandingkan *mesh* 20.



Gambar 3. Pengaruh ukuran dan fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat serat TKKS

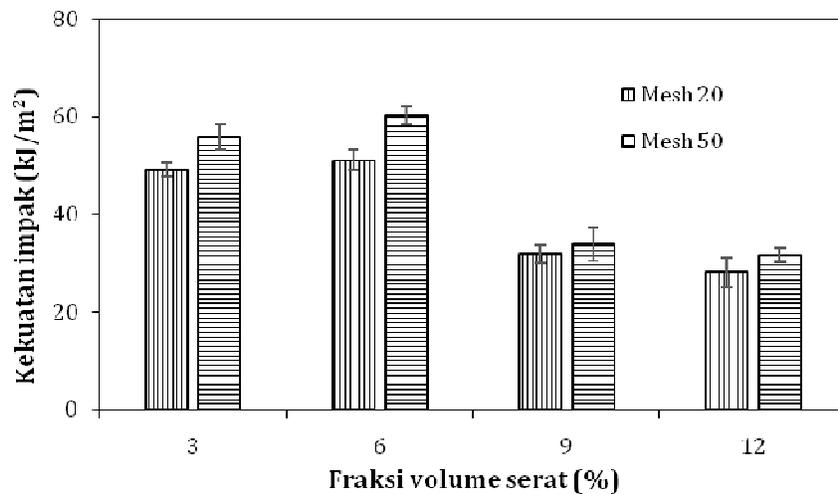
Berdasarkan fraksi volume serat, kekuatan tarik komposit berpenguat serat TKKS tertinggi diperoleh pada fraksi volume 6% serat, baik pada ukuran *mesh* 20 maupun 50, yaitu masing-masing sebesar 31,2 MPa dan 34,7 MPa. Penambahan fraksi volume serat mampu meningkatkan kekuatan tarik komposit tetapi penambahan yang terlalu banyak akan mengakibatkan menurunnya kekuatan tarik., Santhanam, dkk. (2014). Dengan bertambahnya jumlah serat penguat dalam komposit maka kemampuan resin sebagai pengikat menjadi semakin berkurang. Oleh karena itu, nilai kekuatan tarik komposit akan menurun seiring dengan bertambahnya jumlah

penguat yang diberikan. Penelitian yang dilakukan oleh Anugraha (2017) dan Lamalo (2017) menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit berpenguat serat alam memberikan nilai tertinggi pada fraksi volume serat yang kecil dan akan menurun apabila fraksi volume serat ditingkatkan. Kekuatan tarik tertinggi yang diperoleh dalam penelitian ini apabila dibandingkan dengan kekuatan tarik helm SNI, yaitu sebesar 33,93 MPa, maka limbah tandankosong kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai penguat komposit untuk *outer shell helm SNI*.

3.2 Uji impact

Uji impact yang dilakukan berjumlah 5 spesimen untuk setiap variasi spesimen. Nilai rata-rata ketangguhan impact ditampilkan pada Gambar 4. Hasil uji impact menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran serat maka ketangguhan impact komposit berpenguat serat TKKS semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh karena ukuran serat yang lebih kecil memiliki homogenitas yang lebih baik daripada serat yang lebih besar sehingga mampu menyerap energi yang relatif lebih tinggi, Khalil, dkk. (2002).

Sementara untuk fraksi volume serat, ketangguhan impact tertinggi diperoleh pada fraksi volume 6% serat, baik pada ukuran mesh 20 maupun 50, masing-masing sebesar 51 kJ/m² dan 60,2 kJ/m². Penelitian yang dilakukan oleh Saini, dkk. (2010) menunjukkan hasil yang sama bahwa ukuran serat tebu yang lebih kecil (< 50 μm) menghasilkan ketangguhan impact yang lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran serat yang lebih besar (100-150 μm).



Gambar 4. Pengaruh ukuran dan fraksi volume serat terhadap ketangguhan impact komposit berpenguat serat TKKS

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa semakin kecil ukuran serat maka kekuatan mekanis komposit berpenguat serat TKKS semakin tinggi. Kekuatan mekanis tertinggi diperoleh pada fraksi volume 6% serat dengan ukuran serat lolos mesh 50, masing-masing dengan kekuatan tarik 34,7 MPa dan ketangguhan impact 60,2 kJ/m². Apabila dibandingkan dengan kekuatan tarik helm SNI, yaitu sebesar 33,93 MPa, maka limbah tandan kosong kelapa sawit dapat digunakan sebagai material penguat komposit untuk *outer shell helm SNI*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bengkulu yang telah memberikan dukungan finansial dalam pelaksanaan penelitian ini melalui skema Penelitian Fundamental Universitas Bengkulu dengan kontrak nomor 1820/UN30.15/PG/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugraha, S.A., Karakteristik komposit berpenguat serat tandan kosong kelapa sawit dengan fraksi volume 3%, 5%, dan 7% menggunakan perlakuan curing, Skripsi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, 2017.
- Budiman, Y., Ingat, tidak pakai helm SNI bisa dipenjara, <https://www.liputan6.com/otomotif/>, Diakses 3/11/2021.

- Darnoko, D., Siahaan, D., Nuryanto, E., Elisabeth, J., Erningpraja, L., Tobing, P.L., Naibaho, P.M., Ryanti, H., Teknik pengolahan kelapa sawit dan produk turunannya, Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan, 2002.
- Khalil, H.P.S.A., Jawaid, M., Hassan, A., Paridah, M.T. Zaidon, A., Oil palm biomass fibres and recent advancement in oil palm biomass fibres based hybrid biocomposites. Chap. 9 in *Composites and Their Applications*, edited by Ni Hung: 187–220, 2012.
- Khalil, H.P.S.A., Rozman, H.D., Ismail, H., Rosfaizal, Ahmad, M.N., Polypropylene (PP)–Acacia mangium composites: the effect of acetylation on mechanical and water absorption properties, *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 41(3), 453–468, 2002.
- Ku, H., Wang, H., Pattarachaiyakoop, N., Trada, M., A review on the tensile properties of natural fiber reinforced polymer composites, *Composites: Part B*, 42, 856–873, 2011.
- Lamalo, E. M. Y., Sifat material komposit berpenguat serat pinang dengan fraksi berat 3%, 5%, 7% dan 9%, Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, 2017.
- Rihayat, T., Salim, S., Audina, N., Khan, N.S.P., Zaimahwati, Sami, M., Yunus, M., Salisah, Z., Alam, P.N., Saifuddin, Yusuf, I., Composite material making from empty fruit bunches of palm oil (EFB) and Ijuk (Arengapinnata) using plastic bottle waste as adhesives, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 334, 1-7, 2018.
- Saini, G., Narula, A.K., Choudhary, V., Bhardwaj, R., Effect of particle size and alkali treatment of sugarcane bagasse on thermal, mechanical, and morphological properties of PVC-Bagasse composites, *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 29(5), 731-740, 2010.
- Santhanam, V., Chandrasekaran, M., Venkateshwaran, N., Effect of fiber parameters on the mechanical properties of banana-glass fiber hybrid composites, *Applied Mechanics and Materials*, 592-594, 202-205, 2014.
- Singha, A.S.; Thakur, V.K., Mechanical properties of natural fiber reinforced polymer composites, *Bulletin of Materials Science*, 31, 791-799, 2008.
- Sulaiman, F., Abdullah, N., Gerhauser, H., Shariff. A., An outlook of Malaysian energy, oil palm industry and its utilization of wastes as useful resources, *Biomass and Bioenergy*, 35, 3775–3786, 2011.