



Pengaruh Bahan Komposit Ramah Lingkungan Terhadap Sifat Fisik dan Sifat Termal Komposit Alam

Effect of the Environmentally Friendly Composite Materials on Physical and Thermal Properties of the Natural Composite

Syafrul Hadi^{1,*}, Mastariyanto Perdana¹

¹Department of Mechanical Engineering, Institut Teknologi Padang
Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Padang, Indonesia

Received 29 March 2018; Revised 27 April 2018; Accepted 29 April 2018, Published 30 April 2018
<http://dx.doi.org/10.21063/JTM.2018.V8.33-38>

Academic Editor: Asmara Yanto (asmarayanto@yahoo.com)

*Correspondence should be addressed to syafrul_hadi@yahoo.com

Copyright © 2018 S. Hadi. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract

One of the most widely used and applied technics materials today is a composite material based on nature. Natural composites are lightweight and relatively strong and environmentally friendly, so composites based on synthetic fibers are reduced in use. This study uses constituent materials derived from shells and bunches of palm oil plant crops that function as reinforcement. Shells and fibers from empty bunch of oil palm plants are made in the form of powder. Matrix used in this research was polyester resin and epoxy resin. The volume fraction between the reinforcement and the matrix is 50:50. The fabrication process of this environmentally friendly composite is compression molding with a pressure load of 30 kg/cm². This study aims to determine the effect of the type of composite materials on physical and thermal properties of the natural composite. The results show that natural composites are high density composites. The highest density of palm shell/polyester composite is 1,223 g/cm³ and the lowest density of oil palm empty bunch/epoxy composite is 1,021 g/cm³. The highest thermal conductivity of oil palm shell/polyester composite is 0,28 W/m.K. Thermal conductivity composite value is more influenced by binder/matrix of composites.

Keywords: Natural composite, palm shells, palm bunches, polymers, thermal conductivity

1. Pendahuluan

Komposit memiliki kekuatan jenis yang tinggi dibandingkan dari material logam, sehingga sangat cocok digunakan sebagai bahan dasar berbagai macam bahan baku industri. Teknologi komposit telah banyak mengalami perkembangan, awalnya material penguat untuk komposit biasanya menggunakan serat sintesis. Namun serat sintesis ini memiliki sifat yang kurang ramah lingkungan, sehingga saat ini industri lebih cenderung menggunakan serat alam (*natural fiber*) sebagai bahan penguat komposit [1][2]. Ini dikarenakan sifatnya yang lebih ramah lingkungan dan ketersediaan serat alam yang sangat banyak di alam.

Komposit berbahan dasar limbah alam telah banyak diteliti. Limbah styrofoam, ampas tebu, cangkang telur telah diteliti untuk aplikasi sebagai material rangka sebuah drone [3]. Begitu juga dengan limbah tamanan kelapa sawit. Limbah tanaman sawit merupakan salah satu sumber serat alam alternatif yang sangat menjanjikan untuk digunakan sebagai penguat pada material komposit. Pemanfaatan limbah dari tanaman kelapa sawit ini untuk aplikasi bidang keteknikan masih sedikit.

Alasan utama komposit digunakan dalam aplikasi komersial karena adalah komposit terbuat dari sumber yang terbaharui (*renewable resources*), dapat mereduksi biaya material, memiliki kemampuan recyclability yang baik (*biodegradable*).

Indonesia merupakan salah satu negara yang menjadi sentral pengembangan areal perkebunan kelapa sawit. Potensi lahan kelapa sawit dari tahun 2010 sebesar 8,55 juta hektar meningkat menjadi 10,75 juta hektar pada tahun 2014 atau terjadi peningkatan 25,8%. Perkembangan produksi minyak sawit (CPO) dari tahun 2010 sampai dengan 2015 meningkat sekitar 5,39 sampai dengan 8,42 persen per tahun. Pada tahun 2010 produksi minyak sawit (CPO) sebesar 22,50 juta ton, meningkat menjadi 29,28 juta ton pada tahun 2014 atau terjadi peningkatan 30,14 persen [4]. Seiring dengan meningkatnya produksi sawit tersebut, maka limbah yang dihasilkan juga meningkat. Limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak kelapa sawit berupa limbah cair dan limbah padat. Limbah padatnya berupa tandan kosong dan cangkang kelapa sawit, tandan buah kosong umumnya dimanfaatkan kembali dilahan perkebunan sawit sebagai pupuk kompos dan cangkang buah sawit dijadikan sebagai pencampuran bahan bakar boiler. Limbah padat berupa tandan kosong dan cangkang dari buah kelapa sawit tersebut bisa digunakan sebagai bahan dasar untuk komposit alam.

Penelitian tentang komposit telah banyak dilakukan. Banyak pengujian pada komposit yang dilakukan untuk mendapatkan karakteristiknya.

Penelitian tentang konduktivitas termal komposit telah dilakukan baik secara empiris, analitis dan pemodelan numerik [5]. Konduktivitas termal yang diartikan sebagai kemampuan satu materi apabila mendapatkan perlakuan panas, merupakan salah satu parameter yang diperlukan dalam menentukan sifat karakteristik material komposit, yang dapat menghasilkan komposit yang memiliki sifat mekanik yang baik dengan perbandingan jumlah penguat dan matriks yang optimum.

Penggunaan serbuk heksagonal boron nitrida pada komposit epoksi menunjukkan peningkatan nilai konduktivitas termal komposit dan dengan penambahan komposisi serbuk heksagonal boron nitrida juga meningkatkan nilai konduktivitas termal komposit [6]. Penambahan boron pada komposit berpengikat epoksi meningkatkan densitas komposit sebesar 39,8% [7].

Komposisi optimal dan ukuran partikel *carbon black* hasil *milling* selama 2 hari dan 4 hari dengan perbandingan 15:85 menghasilkan pelat bipolar dengan karakteristik nilai konduktivitas tertinggi sebesar 1,15 S/cm, kekuatan fleksural 49,16 MPa, densitas 2,54 gr/cm³ dan porositas 0,67% [8].

Perbedaan ukuran butir partikel serbuk sangat mempengaruhi sifat mekanik, densitas dan konduktivitas panas. partikel yang berukuran lebih besar nilai konduktivitasnya lebih kecil dibanding dengan partikel yang berukuran lebih kecil. ukuran partikel yang besar menyebabkan banyak terjadi rongga pada kanvas rem. rongga mempunyai hambatan panas lebih besar jika dibandingkan dengan material penyusun kanvas rem. Pengujian konduktivitas termal pada kanvas rem menggunakan *thermal conductivity apparatus* [9].

Berdasarkan alasan diatas, maka pada penelitian ini akan dianalisa pengaruh dari jenis material penyusun (variasi dari penguat dan matrik) komposit ramah lingkungan akan diteliti ditinjau dari sifat fisik (densiti) dan termal (konduktivitas termal). Dengan menganalisa hasil yang diperoleh pada penelitian ini, maka diharapkan material komposit alternatif bisa diaplikasikan pada bidang keteknikan.

2. Bahan dan Metode

Pada penelitian ini, komposit yang diteliti adalah komposit yang menggunakan mengikat/matriks polimer dan penguat dari cangkang dan serat tandan kosong kelapa sawit. Fraksi volume komposit terdiri dari 50% pengikat/matrix dan 50% penguat/reinforcement.

Matrik yang digunakan adalah resin epoksi dan poliester dari PT. Brataco Chemica. Sedangkan penguat yang digunakan adalah cangkang kelapa sawit dan tandan kosong kelapa sawit.

Variasi material penyusun komposit adalah komposit cangkang sawit/epoksi, cangkang sawit/poliester, tandan sawit/epoksi dan tandan sawit/poliester.

Cangkang sawit dan tandan sawit dibersihkan dengan air kemudian dikeringkan pada udara terbuka. Setelah kering cangkang dan tandan kosong tanaman kelapa sawit dihaluskan menggunakan *blender* untuk mendapatkan bentuk serbuk. Ukuran dari serbuk yang digunakan adalah 30 mesh.

Proses fabrikasi komposit dilakukan dengan menggunakan proses *compression molding*. Beban penekan yang diberikan adalah 30 kg/cm².

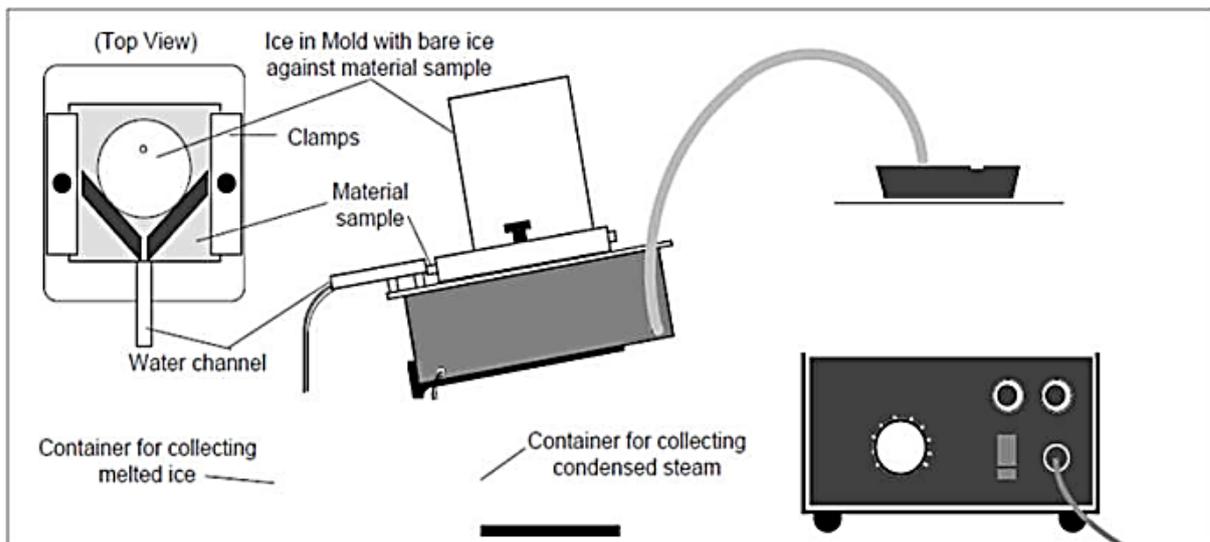
Setelah komposit ini dibuat berdasarkan variasi penguat dan matriknya, maka setelah itu dilakukan pembuatan specimen uji untuk pengujian densitas dan konduktivitas termal (Gambar 1). Pembuatan spesimen ini dilakukan dengan cara memotong komposit kemudian dibentuk sesuai dengan ukuran standar

pengujian densitas (SNI 03-2105-2006) dan alat pengujian konduktivitas termal.

Pengujian konduktivitas termal pada komposit menggunakan *thermal conductivity apparatus* (Gambar 2).



Gambar 1. Spesimen uji komposit



Gambar 2. Skema thermal conductivity apparatus

3. Hasil dan Pembahasan

Densitas

Pengujian densitas dilakukan pada laboratorium Teknik Mesin Institut Teknologi Padang. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan densitas komposit berdasarkan material penyusun komposit ramah lingkungan. Tabel 1 menunjukkan nilai densitas material komposit ramah lingkungan berdasarkan material penyusunnya.

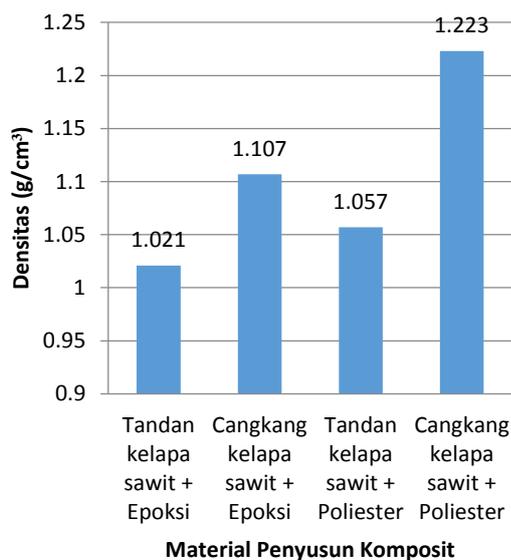
Hasil pengujian densitas komposit ramah lingkungan untuk masing-masing variasi material penyusun menunjukkan nilai densitas tertinggi pada komposit dengan material penyusun cangkang kelapa sawit/epoksi dan

densitas terendah adalah komposit tandan kelapa sawit/epoksi.

Tabel 1. Nilai densitas material komposit ramah lingkungan

No	Material Penyusun Komposit	Nilai Densitas (g/cm^3)
1	Tandan kelapa sawit + Epoksi	1,021
2	Cangkang kelapa sawit + Epoksi	1,107
3	Tandan kelapa sawit + Poliester	1,057
4	Cangkang kelapa sawit + Poliester	1,223

Nilai densitas sebuah material dipengaruhi oleh unsur penyusunnya, maka pada densitas komposit, dipengaruhi oleh densitas material yang berfungsi sebagai pengikat dan densitas material yang berfungsi sebagai penguat. Densitas komposit cangkang sawit/poliester mempunyai nilai tertinggi disebabkan oleh densitas cangkang sawit lebih tinggi dari tanda sawit dan densitas poliester lebih tinggi dari epoksi. Grafik densitas komposit untuk masing-masing variasi material penyusunnya ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai konduktivitas termal komposit ramah lingkungan

Nilai densitas dari komposit sangat dipengaruhi oleh densitas material penyusunnya. Semakin besar densitas material penyusun komposit maka akan semakin besar densitas komposit. Cangkang sawit memiliki densitas yang lebih tinggi dari tanda kelapa sawit begitu juga dengan densitas matriks poliester lebih besar dari matriks epoksi. Sehingga material komposit yang berbahan resin poliester dan cangkang kelapa sawit mempunyai densitas yang tertinggi dari komposit lainnya. Sesuai dengan penelitian sebelumnya penambahan boron yang memiliki densitas sebesar 2,73 g/cm³ akan meningkatkan nilai densitas komposit berpenguat epoksi [7].

Konduktivitas Termal

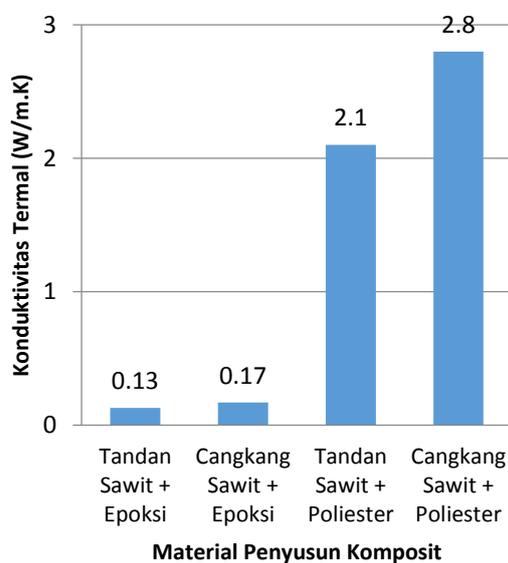
Pada penelitian ini, pengujian konduktivitas termal dilakukan untuk mendapatkan sifat termal dari komposit hibrid dari pengaruh dari material penyusun komposit ramah lingkungan. Pengujian konduktivitas termal dilaksanakan di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Padang. Pengujian konduktivitas termal telah dilakukan

pada komposit ramah lingkungan untuk masing-masing material penyusun yang berbahan dasar resin epoksi, poliester, tandan kosong kelapa sawit dan cangkang kelapa sawit. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian konduktivitas termal dari komposit ramah lingkungan tersebut.

Tabel 2. Nilai konduktivitas termal material komposit ramah lingkungan

No	Material Penyusun Komposit	Nilai Konduktivitas Termal (W/m.K)
1	Tandan kelapa sawit + Epoksi	0,13
2	Cangkang kelapa sawit + Epoksi	0,17
3	Tandan kelapa sawit + Poliester	2,1
4	Cangkang kelapa sawit + Poliester	2,8

Hasil pengujian konduktivitas termal pada komposit ramah lingkungan menunjukkan nilai konduktivitas termal sangat dipengaruhi oleh matriks yang digunakan pada komposit. Nilai konduktivitas termal pada komposit yang menggunakan matriks poliester lebih tinggi dibandingkan dengan material komposit yang menggunakan matriks epoksi. Grafik konduktivitas termal komposit untuk masing-masing variasi material penyusun komposit ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai konduktivitas termal komposit ramah lingkungan

Konduktivitas termal tertinggi didapatkan pada material komposit dengan material penyusun cangkang sawit dan matriks epoksi yaitu sebesar 2,8 W/m.K. Sedangkan konduktivitas termal terendah didapatkan pada material komposit dengan material penyusun

tandan kelapa sawit dan matriks epoksi yaitu sebesar 0.13 W/m.K.

Nilai konduktivitas termal komposit ramah lingkungan lebih dipengaruhi oleh material matriks. Material penguat komposit berupa tandan kosong kelapa sawit dan cangkang kelapa sawit hanya sedikit mempengaruhi terhadap konduktivitas termal komposit.

Berdasarkan hasil yang didapatkan bahwa cangkang kelapa sawit mempunyai nilai konduktivitas termal yang lebih tinggi dibandingkan dengan tandan kosong kelapa sawit. Material penyusun komposit pada penelitian ini bersifat sebagai penghantar panas yang buruk sehingga menyebabkan nilai konduktivitas termal komposit relatif rendah. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa penambahan Si/Al₂O₃ pada komposit alumunium menyebabkan peningkatan nilai konduktivitas termal komposit bermatrik alumunium sebesar 455.111 kcal/mh °C [10]. Material komposit polimer berbahan dasar limbah padat kelapa sawit bisa diaplikasikan sebagai bahan isolator karena memiliki nilai konduktivitas termal yang rendah.

4. Simpulan

Material komposit polimer berbasis limbah padat kelapa sawit dapat diaplikasikan sebagai bahan isolator panas karena memiliki nilai konduktivitas termal dan densitas yang rendah. Penggunaan cangkang dan resin poliester sebagai bahan penyusun komposit akan memberikan densitas komposit yang lebih tinggi. Penggunaan tandan sawit dan resin epoksi memberikan densitas komposit yang lebih rendah.

Konduktivitas termal komposit lebih dipengaruhi oleh material yang berfungsi sebagai pengikat. Material penguat komposit (cangkang dan tandan sawit) yang bersifat isolator akan menyebabkan nilai konduktivitas termal komposit menjadi menurun..

Referensi

- [1] M. Perdana and Jamasri, "Fracture Surface Pada Komposit Hibrid Berbasis Fiberglass dan Coir Akibat Pengaruh Moisture Content," *Momentum - Inst. Teknol. Padang*, vol. 17, no. 1, pp. 29–33, 2015.
- [2] M. Perdana, "Pengaruh Beban Dinamik terhadap Kekakuan (Stiffness) Komposit Hibrid Berbasis Fiberglass dan Coir," *Tek. Mesin - Inst. Teknol. Padang*, vol. 6, no. 1, pp. 1–5, 2016.
- [3] M. Perdana, Prastiawan, and S. Hadi, "IOP Conference Series : Earth and Environmental Science Mechanical Properties of Composite Waste Material Based Styrofoam , Baggase and Eggshell Powder for Application of Drone Frames Mechanical Properties of Composite Waste Material Based Styrofoam , Bag," in *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 97 (2017) 012034*, 2017, pp. 1–7.
- [4] BPS, "Indonesian Oil Palm Statistic," 2016.
- [5] K. Pietrak and T. S. Winiewski, "A Review of Models for Effective Thermal Conductivity of Ccomposite Materials," *Open Access J. J. Power Technol.*, vol. 95, no. 1, pp. 14–24, 2015.
- [6] S. L. Chung and J. S. Lin, "Thermal conductivity of epoxy resin composites filled with combustion synthesized h-BN particles," *Molecules*, vol. 21, no. 5, pp. 1–11, 2016.
- [7] T. Uygunoglu, I. Gunes, W. Brostow, and E. Faculty, "Physical and Mechanical Properties of Polymer Composites with High Content of Wastes Including Boron," *Mater. Res.*, vol. 18, no. 6, pp. 1188–1196, 2015.
- [8] B. Prihandoko, Y. Sadeli, and M. E. Albar, "Pengaruh Variasi Komposisi Ukuran Partikel Carbon Black terhadap Distribusi Sifat-Sifat Pelat Bipolar PEMFC Berbasis Komposit Grafit / Epoksi," *TELAAH J. Ilmu Pengetah. dan Teknol.*, vol. 31, no. 1, p. 2, 2013.
- [9] N. Pratama, D. Djamas, and Y. Darvina, "Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Terhadap Nilai Konduktivitas Termal Papan Partikel Tongkol Jagung," *Pillar Phys.*, vol. 7, pp. 25–32, 2016.
- [10] K. Suarsana, I. M. Astika, and L. Suprpto, "Karakterisasi Konduktivitas Termal dan Kekerasan Komposit Alumunium Matrik Penguat Hibrid

SiCw/AL₂O₃,” *Muara Sains, Teknol. Kedokt. dan Ilmu Kesehat.*, vol. 1, no. 2, pp. 108–116, 2017.