

Perilaku Hambatan Panas Pada Papan Partisi Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Banu Nursanni¹, Batumahadi Siregar^{2*}, Sutrisno³, & Kinanti Wijaya⁴

^{1,2)} Teknik Mesin/Pendidikan Teknik Mesin/Teknik/Material, Universitas Negeri Medan
^{3,4)} Teknik Sipil/Pendidikan Teknik Bangunan/Teknik/Material, Universitas Negeri Medan

*Email: batusiregar@gmail.com

ABSTRACT

The goal of this research was to determine the heat resistance behavior of polymer composite fiber boards with oil palm empty fruit bunches (OPEFB) fillers as influenced by mass density and water absorption, with the hope that partition boards with OPEFB fiber fillers could reduce the heat entering the room from outside vines through directly exposed walls. The partition board under discussion is a heat insulator with a thermal conductivity test impacted by the mass density of the composite. The test method used is ASTM-C-177-2013, which consists of measuring heat propagation by modifying a 40-watt heat source and testing specimens from polymer composite partition boards formed based on standards obtained from partition forming boards with a matrix of polyester resin SHCP 2667 WNC fraction weight with a fiber weight ratio of 25 wt.%, 30 wt.%, and 35 wt.% randomly arranged (chopped strand mat/CSM). The highest thermal conductivity value was observed in a 25 wt.% fiber weight ratio of 0.141 W/m.^oC at a void percentage of 7.65% for a 5 minutes test time; 0.146 W/m.^oC for a 10 minutes test time; 0.151 W/m.^oC for 15 minutes test time at a mass density of 1.16 gr/cm. While the 35 wt.% fiber weight ratio has the lowest thermal conductivity value of 0.137 W/m.^oC at a void percentage of 4.24% for a 5 minutes test time; 0.142 W/m.^oC for a 10 minutes test time; and 0.147 W/m.^oC for a 15 minutes test time at a mass density of 1.24 gr/cm³ and a water absorption capacity of 3.75%. According to the investigation's findings, the higher the water absorption capacity, the higher the thermal conductivity of the partition board, and the higher the mass density, the lower the thermal conductivity. As a result, the lower the value of the thermal conductivity of the partition board, the better the insulating properties.

Keywords: Partition Board, Polymer Composite, OPEFB, Heat Absorption

PENDAHULUAN

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dapat menghasilkan biomaterial berupa serat alam jika diolah. Ketersediaan serat TKKS sangat melimpah di Indonesia sejalan dengan banyaknya Pabrik Kelapa Sawit (PKS) di Indonesia. Pemanfaatan TKKS sebagai serat alami dapat membantu mengatasi salah satu masalah pengelolaan limbah yang dihadapi PKS. Salah satu cara pengolahan limbah padat kelapa sawit yang berupa TKKS ialah dengan mengolah TKKS menjadi serat yang dapat dimanfaatkan. Hingga saat ini TKKS hanya digunakan sebagai bahan bakar produksi listrik oleh PKS dan sebagai pupuk organik yang diaplikasikan langsung ke lahan perkebunan.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mendayagunakan limbah dari PKS, antara lain penggunaan abu TKKS sebagai katalis basa untuk produksi biodiesel dari minyak sawit [1]; penggunaan limbah cair kelapa sawit sebagai pupuk dan produksi biogas [2]; pemanfaatan limbah cangkang sawit untuk menghasilkan arang dan karbon aktif [3]; penggunaan TKKS sebagai bahan baku pupuk kompos [4]; dan penggunaan TKKS dalam produksi bioethanol [5]–[7]. Limbah TKKS merupakan limbah padat paling banyak dihasilkan oleh industri kelapa sawit, yaitu 22-23% dari seluruh Tandan Buah Segar (TBS) yang diolah. Jumlah total limbah TKKS di seluruh Indonesia pada tahun 2009 diperkirakan lebih dari 4,2 juta ton [8].

Pemanfaatan dan pengelolaan limbah TKKS saat ini sudah meningkat sebagai mana yang diungkapkan oleh beberapa peneliti sebelumnya, namun secara umum masih dimanfaatkan sebagai pengembangan pada pupuk kompos, sebahagian lagi menjadi bahan bakar dan sumber energi biomassa. TKKS dari limbah PKS yang tidak dimanfaatkan secara maksimal masih dapat dimanfaatkan sebagai kompos [9]. Limbah padat kelapa sawit (TKKS) dapat dimanfaatkan sebagai

pupuk, bahan bakar pembangkit listrik tenaga biomassa (PLT Biomassa), dan bahan baku produksi bioetanol dengan berbagai proses [10]. Selain itu, serat TKKS dapat diolah menjadi bahan pada asbes dan menyimpulkan bahwa jika serat TKKS dapat memberikan nilai tambah bila dikelola dengan baik [11].

Serat (*fiber*) adalah material yang lebih kuat dibandingkan matriks, yaitu memberikan kekuatan tarik. Matriks berfungsi untuk melindungi serat dari kerusakan akibat benturan dan dampak lingkungan. Terdapat beragam serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat material komposit. Kandungan selulosa memungkinkan serat alam dapat digunakan sebagai bahan pengisi pada material komposit. Beberapa serat alami selulosa yaitu kenaf, tebu, jagung, abaca, beras, rami, TKKS dll [12]. Serat kelapa sawit dipilih karena ketersediannya melimpah dan dapat mengatasi masalah pembuangan limbah padat sebagai penguat komposit polimer [13].

Serat alami yang diperoleh dari berbagai jenis tumbuhan yang ada dapat digunakan secara langsung tanpa melalui suatu proses perlakuan yang dikenakan terhadap serat tersebut, tetapi sebagian besar dari serat hasil olahan yang digunakan pada keperluan tertentu maka harus mendapat perlakuan terlebih dahulu guna perbaikan dari sifat-fifat yang dimiliki serat tersebut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk perbaikan dan meningkatkan sifat dari serat khususnya serat TKKS. Sebagai perlakuan awal (*pre-treatment*), serat dapat direndam dalam kaustik (basa) atau silan untuk menghilangkan kontaminan dari serat. Perlakuan awal dapat memperkuat ikatan antara permukaan serat dengan matriks. Hal ini disebabkan meningkatnya kekasaran permukaan serat inti sawit [14]. Kekuatan tarik dan sifat fisik serat *Cyathea contaminans* sebelum dan sesudah perlakuan basa NaOH memiliki perbedaan yang signifikan [15]. Serat yang tidak diberi perlakuan basa memiliki kekuatan tarik terendah 19,4 MPa dan setelah perlakuan basa dalam 1 jam pemrosesan, kekuatan tarik meningkat menjadi 29,9 MPa. Dari percobaan didapatkan bahwa kekuatan tarik tertinggi diperoleh ketika serat diberi perlakuan basa selama 2 jam, yaitu 53,7 MPa. Setelah 3 jam perlakuan basa, kekuatan tarik menurun menjadi 44,8 MPa. Penurunan kekuatan serat dapat disebabkan oleh rusaknya struktur serat akibat waktu proses yang berlebihan.

Peningkatan kandungan serat dalam komposit serat TKKS meningkatkan sifat mekanik komposit. Penelitian ini dilakukan dengan *post-curing* menggunakan basa NaOH 5% pada suhu 62 °C selama 4 jam. Komposit serat TKKS 15% memiliki kekuatan lentur, kekuatan tarik, dan modulus tertinggi masing-masing 63,63 MPa, 24,72 Mpa, dan 3,37 GPa [16]. Kekuatan tarik serat dipengaruhi oleh komposisi kimiawi serat dan dapat ditingkatkan dengan perlakuan dengan basa NaOH 5%. Ketika komposit diberi perlakuan NaOH 5% selama 2 jam, kandungan selulosa mencapai 58,2808%, sehingga memiliki keuletan yang paling tinggi dibandingkan dengan serat tanpa perlakuan NaOH 5% Namun, jika serat semakin lama terkena perlakuan basa maka kekuatan tarik serat menurun karena peningkatan kandungan selulosa dan penurunan komposisi kimia [17].

Pemanfaatan limbah TKKS sebagai panel komposit dengan panjang serat yang bervariasi, memiliki kesimpulan berupa: 1) Serat TKKS kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan pembuatan panel komposit untuk aplikasi furnitur; 2) semakin panjang serat TKKS maka semakin tinggi kerapatan, kekerasan, kekuatan impak, kekuatan maksimum dan nilai kritisnya, serta berbanding terbalik dengan ketebalan muai, tergantung panjang serat; dan 3) variasi terbaik adalah serat 15 mm dengan nilai densitas 0,973 g/cm³, nilai elongasi tebal 1.025%, nilai kuat tarik 26 N/mm², nilai kekuatan maksimum 41.904 N, nilai batas elastis 904,745 N/mm², dan nilai impak 8.247 kJ/m². Semua hasil pengujian di atas lebih baik dari triplek (*chip board*) yang beredar di pasaran [18].

Dalam perlakuan serat perlu diketahui tingkat penyerapan air khususnya serat alami bila digunakan sebagai papan komposit pada penggunaan tertentu. Penyerapan air adalah salah satu ciri penting dari serat alami-komposit polimer yang menentukan aplikasi pengguna akhir dari serat tersebut. Hal ini bisa menyebabkan penurunan beberapa sifat komposit, dan perlu dipertimbangkan ketika memilih aplikasi untuk kemungkinan penggunaan komposit. Meskipun penyerapan air dapat menyebabkan penurunan dalam aplikasi pengguna akhir dari komposit diteliti, ada alasan untuk percaya bahwa dengan memahami keterbatasan dan manfaat dari serat TKKS diisi *High Density Polyethylene* (HDPE), pengisi (TKKS) tidak mungkin diabaikan oleh industri komposit untuk digunakan dalam otomotif, alat bangunan dan aplikasi lainnya [19].

Meskipun kuat tarik dan modulus elastisitas serat alam tidak setinggi serat kaca, namun kuat

tarik dan modulus elastisitasnya mendekati serat kaca sehingga memungkinkan serat alam menggantikan serat kaca sebagai penguat [12]. Secara umum, sifat mekanik komposit termoplastik dan thermoset dapat ditingkatkan dengan menambahkan serat alam sebagai penguat. Komposit *polylactic acid* (PLA) secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik dan kekuatan lentur, sedangkan komposit *polystyrene* (PS) dan epoksi (EP) menunjukkan hampir tidak ada atau sedikit peningkatan sifat mekanik. Analisis SEM menunjukkan interaksi antara serat dan matriks. Komposit PLA yang diperkuat serat alami menunjukkan adhesi yang sangat baik dan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit PS dan EP [20].

Material komposit merupakan material yang terbentuk dari gabungan dua atau lebih penyusunnya melalui pencampuran tidak homogen, dengan masing-masing komponen memiliki sifat mekanik yang berbeda. Paduan ini menghasilkan material dengan sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dengan material pembentuknya. Material komposit adalah kombinasi dari beberapa material yang ditambahkan dalam bentuk serat, butiran, atau pengisi seperti serbuk pengisi logam, *fiberglass*, karbon, aramid (Kevlar), keramik, dan serat logam di dalam matriks dengan panjang yang bervariasi [21].

Dalam perkembangannya pemanfaatan limbah padat PKS yang salah satunya berupa TKKS dari bahan organik sampai kepada bahan bakar dan serat untuk berbagai keperluan lainnya. Namun, peneliti masih melihat peluang dari serat TKKS ini yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan papan komposit peredam suara dan penghambat panas. Setelah mereview beberapa artikel dari jurnal yang ada pemanfaatan serat TKKS belum dimanfaatkan sebagai bahan pada papan komposit peredam suara dan penghambat panas, sehingga peneliti menjadikan penelitian yang dilakukan ini merupakan sesuatu yang baru dalam perkembangan Rekayasa Material dengan menganalisis karakteristik sifat fisik dan mekanis dari papan partisi komposit polimer diperkuat serat TKKS.

Perpindahan panas adalah perpindahan energi, ketika ada gradien suhu dalam sistem atau ketika dua sistem dengan suhu berbeda bersentuhan, terjadi perpindahan energi. Dengan bahan non-logam, perpindahan panas terjadi hampir secara eksklusif dengan bantuan getaran kisi (fonon). Insulasi dan bahan bangunan biasanya merupakan bahan berpori. Konduktivitas termal rendah disebabkan rendahnya konduktivitas udara yang terperangkap dalam pori-pori material. Bahan isolasi jenis ini banyak digunakan sebagai bahan isolasi. Konduktivitas termal bahan yang cocok sebagai isolator panas adalah sekitar $0,1 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ [22], [23].

Uji densitas adalah pengujian sifat fisik suatu sampel yang tujuannya untuk menentukan nilai kerapatan massa (*bulk density*) dari sampel yang akan diuji. Massa jenis suatu zat adalah massa zat per satuan volume, dengan persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

dengan ρ adalah massa jenis benda dalam g/cm^3 ; m adalah massa benda dalam g (gram), dan v adalah volume benda dalam cm^3 .

Untuk benda berbentuk tidak beraturan yang volumenya sulit ditentukan, hukum Archimedes dapat digunakan untuk menghitung massa jenis. Dalam pengujian di sini, densitas pada dasarnya menentukan massa sampel di udara (m_{udara}) dan massa sampel di dalam air (m_{air}). Massa udara (m_{udara}) biasanya dapat dihitung dengan menggunakan timbangan digital atau massa nyata. Massa dalam air (m_{air}) dapat dihitung dengan mengurangi gaya ke atas dengan massa di udara (m_{udara}), sedangkan gaya ke atas dapat dihitung dengan menggunakan teori Archimedes. Menurut teori Archimedes, benda yang dicelupkan ke dalam zat cair mengalami gaya ke atas sebesar berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut. Maka teori Archimedean dapat diterapkan untuk mencari massa jenis menggunakan persamaan berikut [15]:

$$\rho = \frac{m_{udara}}{(m_{udara} - m_{fluida}) / \rho_{fluida}} \quad (2)$$

dengan ρ adalah densitas sampel dalam g/cm^3 , m_{udara} adalah massa sampel di udara dalam g, m_{fluida} adalah massa sampel dalam fluida dalam g, dan ρ_{fluida} adalah densitas fluida dalam g/cm^3 .

Pori-pori sampel dapat menjadi reservoir untuk air bebas dalam agregat. Persentase berat air yang dapat ditampung agregat dan serat dalam air disebut kapasitas penyerapan air, dan jumlah air yang

terkandung dalam agregat dan serat disebut kadar air. Penyerapan air dari setiap sampel dapat ditentukan dengan menimbang massa sampel kering dan basah. Berat kering adalah berat saat sampel dalam keadaan kering dan berat basah diperoleh setelah sampel direndam selama 24 jam pada suhu ruang. Untuk mendapatkan nilai serapan air dapat dihitung dengan rumus berikut [19]:

$$\text{Daya serap air} = \frac{M_b - M_k}{M_k} \times 100\% \quad (3)$$

dengan M_b adalah massa sampel saat basah dalam g dan M_k adalah massa sampel saat kering dalam g.

Salah satu cara untuk mendapatkan tegangan-regangan yang paling umum adalah dengan uji tarik. Uji tarik dapat digunakan untuk mengetahui sifat mekanik material yang dibutuhkan dalam dunia rekayasa material. Dalam tegangan tarik, sampel mengubah bentuknya seiring dengan tegangan tarik yang meningkat secara bertahap yang diterapkan secara uniaxial ke kedua sumbu benda uji, hingga tercapai titik putus. Tegangan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [16]:

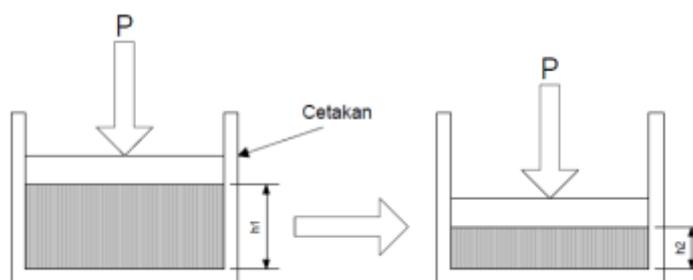
$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (4)$$

dengan F adalah beban yang diterapkan (N) tegak lurus terhadap penampang sampel, A_0 adalah luas penampang awal sampel sebelum pembebanan (m^2), dan σ adalah tegangan teknis (N/m^2).

METODE PENELITIAN

Pembuatan Komposit Serat TKKS

Pada pembuatan sampel digunakan perbandingan komposisi massa. Perbandingan komposit digunakan berdasarkan fraksi berat dengan variasi prosentase serat 20, 30, dan 35%. Proses pencetakan papan partisi dilakukan pada suhu $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit menggunakan mesin hot press ulir yang sudah dirancang bangun dengan volume cetakan ($400 \times 400 \times 10$) mm, kemudian sampel dikeluarkan dari cetakan dan ditempatkan di ruang terbuka untuk pengeringan. Bagan pembuatan papan komposit ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skematik pembuatan papan partisi komposit

Pengujian

Pengujian Kerapatan Massa

Uji kerapatan massa (densitas) adalah pengujian sifat fisik suatu sampel yang tujuannya adalah untuk menentukan nilai kerapatan massa (*bulk density*) dari sampel yang diuji. Sampel yang digunakan untuk pengujian kerapatan massa ini mengacu pada standar SNI 03-2105-2006 [24].

Pengujian Daya Serapan Air

Uji daya serap air (*water absorption*) dilakukan dengan menimbang massa kering dan massa basah sampel. Masa kering adalah massa sampel dalam keadaan kering dan massa basah diperoleh

setelah sampel direndam selama 24 jam pada suhu ruang. Sampel yang digunakan dalam uji penyerapan air ini mengacu pada standar ASTM D5229M-12 [25]. Dimensi dan bentuk sampel uji dibuat berdasarkan standar masing-masing percobaan. Untuk pengujian daya serap air dan kerapatan massa berbentuk persegi dengan dimensi $p \times l \times t$ (10 x 10 x 1) cm.

Pengujian Mikro

Tujuan dari uji mikrofotografi adalah untuk mengetahui celah (gelembung udara) mana yang memiliki pengaruh berbeda terhadap sifat mekanik material. Pengamatan mikrostruktur dilakukan menggunakan mikroskop optik Olympus BX41M dengan pembesaran 200x.

Pengujian Kekerasan

Pada penelitian dilakukan uji kekerasan *macro vicker* terhadap spesimen uji berbentuk persegi $p \times l \times t$ dengan ukuran (5 x 5 x 1) cm. Uji kekerasan dilakukan menggunakan standar ASTM E-384-16 [31] *Vickers Macro Hardnes* menggunakan *Microhardness Tester FM-800* dengan pembebanan 25 gf.

Pengujian Konduktivitas Termal

Uji konduktivitas termal dilakukan dengan mengadopsi standar ASTM C-177-13 [26]. Metode ini menggunakan metode penyekat plat panas, sampel uji ditempatkan pada sisi sejajar plat aluminium yang dekat dengan sumber panas dan temperatur pada ruang panas dan dingin diukur dengan menggunakan termometer digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil awal dari kegiatan penelitian ini adalah proses produksi Papan Partisi Komposit Polimer pengisi serat TKKS dilakukan pada alat pencetak tekan ulir yang diberi pemanas, diperoleh papan partisi dengan dimensi (40 x 40 x 1) cm dengan perbandingan fraksi berat 25 wt.%, 30 wt.%, dan 35 wt.% seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



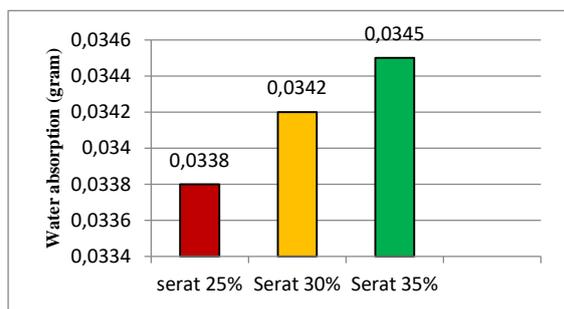
Gambar 2. Papan Partisi Komposit Polimer pengisi Serat TKKS

Hasil uji sifat fisis berupa berat papan partisi, kerapatan massa, dan daya serap air untuk masing-masing fraksi berat dilakukan lima kali pengujian dengan tidak menunjukkan perbedaan yang jauh hasil yang diperoleh, selanjutnya dianalisis nilai yang ditetapkan untuk berat papan partisi, kerapatan massa, dan daya serap air ditampilkan pada Tabel 1.

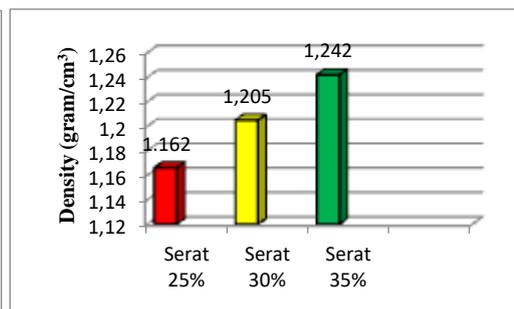
Tabel 1. Sifat fisis Papan Partisi Komposit Polimer Serat TKKS

No	Sifat fisis papan partisi	Prosentase Serat TKKS		
		25 (%)	30 (%)	35 (%)
1	Berat (gram)	1859,16	1927,65	1987,15
2	Kerapatan massa, ρ (gr/cm ³)	1,163	1,204	1,243
3	Daya serapan air (%)	3,39	3,42	3,43

Hasil uji daya serap air mengacu standard ASTM D5229M-12 ditunjukkan pada Gambar 3. Untuk hasil uji densitas yang mengacu SNI 03-2105-2006 ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Hasil uji Water absorption

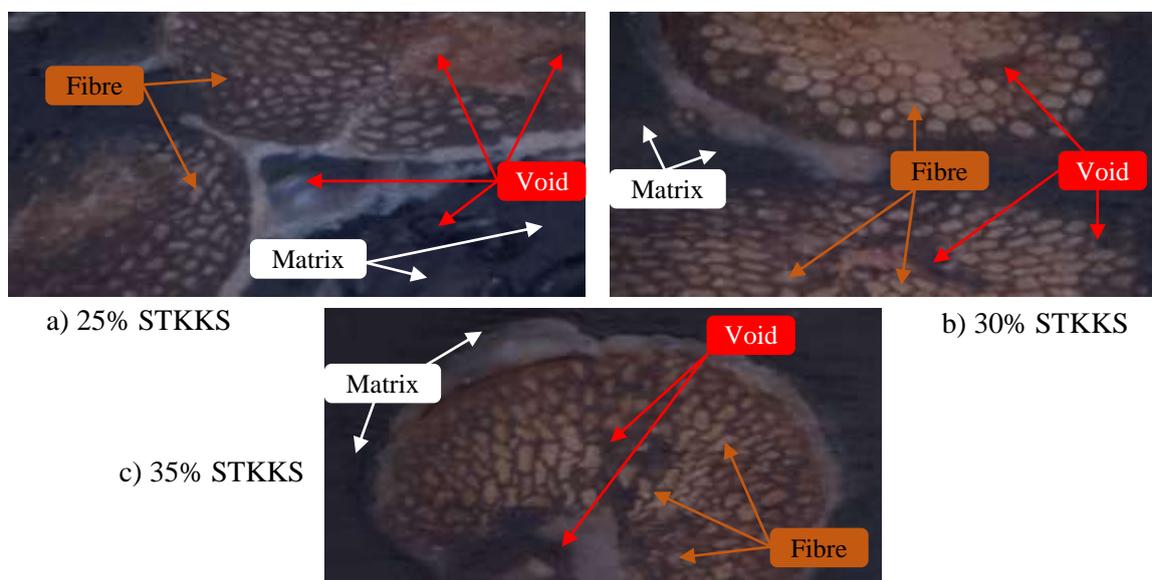


Gambar 4. Hasil uji Densitas

Gambar 3 menunjukkan setiap fraksi berat serat 25 wt.%, 30 wt.% dan 35 wt.% disimpulkan bahwa nilai penyerapan air tertinggi terdapat pada papan partisi dengan fraksi berat serat 35 wt.% dengan nilai 0,0345 dan nilai terendah pada papan partisi terdapat pada fraksi berat serat 25 wt.% dengan nilai 0,0338. Hal ini dipengaruhi oleh semakin banyak serat yang digunakan maka kadar air yang dihasilkan juga semakin tinggi. Pemilihan tahapan produksi, yaitu proses pencampuran bahan dan proses pencetakan papan partisi, juga dapat mempengaruhi penyerapan air.

Gambar 4 memberikan informasi bahwa kerapatan massa nilai tertinggi terdapat pada fraksi berat serat 35 wt.% sebesar 1,242 (gr/cm^3) dan nilai kerapatan massa terendah pada fraksi berat serat 25 wt.% sebesar 1,166 (gram/cm^3), semakin banyak serat yang digunakan akan menyebabkan peningkatan nilai kerapatan massa yang dihasilkan, hal ini di pengaruhi oleh tekanan pada saat pengepresan dan penyusunan serat pada proses pencetakan papan partisi.

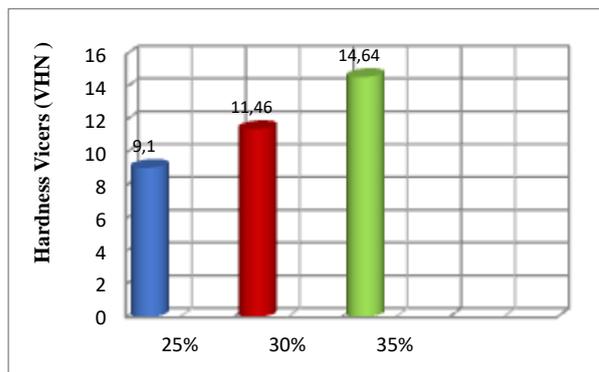
Hasil uji photo mikro papan partisi menunjukkan adanya void (gelembung udara) pada produk papan partisi dengan prosentase yang berbeda untuk masing-masing sampel uji. Dari hasil uji untuk Papan Partisi dengan Serat TKKS 25 wt.% menunjukkan masih terdapat void sebesar 7,65%, pada Papan Partisi dengan Serat TKKS 30 wt.% sebesar 5,83%, dan pada Papan Partisi dengan Serat TKKS 35 wt.% sebesar 4,24% seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil uji photo mikro

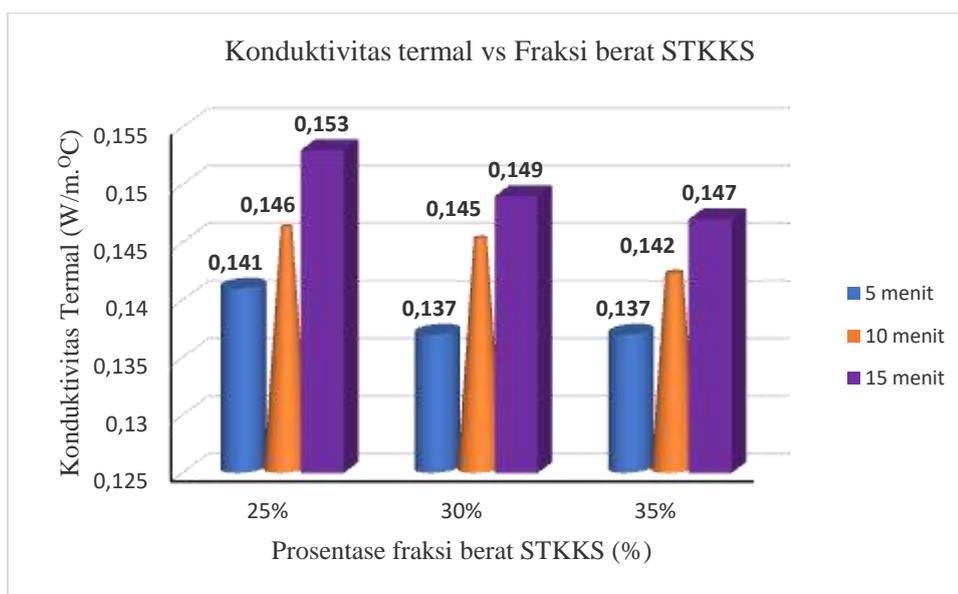
Uji kekerasan permukaan bertujuan untuk membandingkan nilai kekerasan permukaan papan komposit tandan kosong kelapa sawit (TKS) pada masing-masing fraksi berat serat 25 wt.%, 30 wt.% dan 35 wt.%. Uji kekerasan dilakukan dengan metode *Vickers Macro Hardness* (VHN) pada beban 25 gf. Hasil pengujian kemudian dihitung untuk mengetahui tingkat kekerasan permukaan komposit serat TKKS. Pengujian hingga 5 titik uji dari masing-masing sampel dengan distribusi 1

titik uji sampel, untuk kemudian mendapatkan kekerasan rata-rata dari 5 titik tersebut sehingga kekerasan permukaan dapat dikonfirmasi setelah uji kekerasan. Bentuk distribusi hasil uji kekerasan *macro vickers* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil uji kekerasan

Pengujian konduktivitas termal dilakukan dengan mengadopsi standar ASTM C-177 dengan sumber panas yang digunakan merupakan pemanas dari pancaran sinar bola lampu pijar pada daya 40 watt yang terhubung ke termostat. Hasil pengukuran untuk fraksi berat 25 wt.%, 30 wt.%, dan 35 wt.% diukur pada 5 menit, 10 menit, dan 15 menit ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan konduktivitas termal berdasarkan prosentase fraksi berat STKKS

Gambar 7 memberikan informasi bahwa nilai konduktivitas termal pada variasi fraksi berat STKKS 25 wt.%, 30 wt.%, dan 35 wt.% dengan perbedaan waktu pengujian 5 menit, 10 menit, dan 15 menit pada pemberian sumber kalor yang sama yaitu 40 watt diketahui nilai konduktivitas termal. Untuk waktu pengujian 5 menit nilai tertinggi 0.141 W/m.°C terdapat pada fraksi berat serat 25 wt.% dan nilai konduktivitas termal terendah 0.137 W/m.°C terdapat pada fraksi berat serat 35 wt.%. Sedangkan pada waktu pengujian di 10 menit nilai konduktivitas termal tertinggi 0.146 W/m.°C terdapat pada fraksi berat serat 25% dan nilai konduktivitas thermal terendah 0.142 W/m.°C terdapat pada fraksi berat serat 35 wt.%. Selanjutnya pada waktu pengujian di 15 menit nilai konduktivitas termal tertinggi sebesar 0.153 W/m.°C terdapat pada fraksi berat serat 25 wt.% dan nilai konduktivitas termal terendah sebesar 0.147 W/m.°C terdapat pada fraksi berat serat 35 wt.%. Maka, dapat diinformasikan bahwa nilai konduktivitas termal pada papan Partisi Komposit STKKS dengan variasi fraksi berat serat 25 wt.%, 30 wt.%, dan 35 wt.% menunjukkan bahwa papan dengan jumlah fraksi berat serat lebih besar memiliki sifat isolator yang lebih baik karena mempunyai angka konduktivitas termal yang lebih kecil.

Hasil analisis pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa nilai konduktivitas termal tertinggi terdapat pada fraksi berat serat 25 wt.% dengan kerapatan massa sebesar 1,162 gram/cm³. Nilai konduktivitas termal rata-rata terendah terdapat pada fraksi berat serat 35 wt.% dengan kerapatan massa sebesar 1,242 gram/cm³, bahan yang memiliki nilai (*k*) terkecil sebagai Papan Partisi Komposit STKKS ditunjukkan pada fraksi berat serat 35 wt.% atau dapat dikatakan sifat isolasi terhadap panasnya lebih baik dibandingkan dengan fraksi berat serat 25 wt.% dan 30 wt.%. Sifat penghantar panas dari Papan Partisi Komposit STKKS sendiri dipengaruhi oleh kerapatan serat pengisi (filler) pada penyusunan papan partisi. Ukuran jumlah fraksi berat STKKS dalam jumlah yang lebih banyak dapat ditempatkan lebih rapat pada dinding partisi, sehingga meminimalkan terbentuknya void pada papan partisi. Rongga yang terbentuk pada papan partisi mengurangi konduktivitas termal yang menyebabkan proses konveksi di dalam papan partisi sehingga fenomena ini mempengaruhi konduktivitas termal papan partisi itu sendiri.

KESIMPULAN

Semakin tinggi fraksi berat serat yang digunakan maka semakin rendah nilai konduktivitas termalnya dan semakin besar nilai kerapatan massanya. Nilai konduktivitas termal papan partisi komposit STKKS untuk variasi prosentase fraksi berat tidak menunjukkan perubahan nilai konduktivitas thermal yang signifikan terhadap perbedaan lamanya waktu dalam setiap pengujian tetapi sangat dipengaruhi oleh kerapatan massa dan void yang terjadi. Sifat isolator pada Papan Partisi Komposit STKKS dipengaruhi oleh kerapatan serat yang menyusun papan partisi. Semakin besar ukuran serat TKKS yang dapat disusun lebih rapat pada penampang papan partisi maka semakin kecil pembentukan rongga pada papan sehingga pmenyebabkan roses konveksi di dalam papan partisi. Fenomena tersebut berdampak signifikan pada sifat insulasi (isolator) pada penampang papan partisi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Negeri Medan melalui Proyek Hibah Penelitian Pengembangan Pendanaan Internal Universitas Negeri Medan dengan sesuai SK Rektor Nomor: 0445/U33/KEP/PPL/2020, tanggal 15 Juni 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yoeswono, Triyono, and I. Tahir, "Pemanfaatan Limbah Abu Tandan Sawit," *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, vol. 14, no. 2. pp. 55–62, 2007.
- [2] E. Mahajoeno, B. W. Lay, and S. H. Sutjahjo, "Potensi Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit untuk Produksi Biogas The possibility of palm oil mill effluent for biogas production," *Biodiversitas, J. Biol. Divers.*, vol. 9, no. 1, pp. 48–52, 2008.
- [3] E. Kurniati, "Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif," *J. Penelit. Ilmu Tek.*, vol. 8, no. 2, pp. 96–103, 2008.
- [4] P. Limbah *et al.*, "Ilmu kimia," 2010.
- [5] Muryanto, Sahlan, and Sudiyani, "Simultaneous Saccharification and Fermentation of Oil Palm Empty Fruit Bunch for Bioethanol Production by *Rhizopus oryzae*," *Int. J. Environ. Bioenergy*, no. January 2016, 2012.
- [6] S. Kim and C. H. Kim, "Bioethanol production using the sequential acid/alkali-pretreated empty palm fruit bunch fiber," *Renew. Energy*, vol. 54, 2013, doi: 10.1016/j.renene.2012.08.032.
- [7] Y. S. Sudiyani, R. Heru, and S. Alawiyah, "Pemanfaatan biomassa limbah lignoselulosa untuk bioetanol sebagai sumber energi baru terbarukan," *Ecolab*, vol. 4, no. 1. pp. 40–47, 2010.
- [8] R. Purnamayani, J. Hendri, E. Salvia, and D. . Gusfarina, "Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Kekuatan Tarik Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Digunakan pada Komposit Serat TKKS," *Repos. Publ. Kementrian Pertan.*, pp. 748–756, 2012, [Online].

- Available: <http://repository.pertanian.go.id/bitstream/handle/123456789/6921/sumberdaya31.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [9] F. L. Syahwan, "Potensi Limbah dan Karakteristik Proses Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit yang ditambahkan Sludge Limbah," *J. Tek. Lingkungan*, vol. 11, no. 3, pp. 323–330, 2010.
- [10] A. Haryanti, N. Norsamsi, P. S. Fanny Sholiha, and N. P. Putri, "Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit," *Konversi*, vol. 3, no. 2, p. 20, 2014, doi: 10.20527/k.v3i2.161.
- [11] H. A. Tarkono1, "Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Terhadap Sifat Mekanik Enternit Yang Ramah Lingkungan.," *Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Sifat Mek. Enternit Yang Ramah Lingkungan.*, vol. 8, no. 1, pp. 88–95, 2018.
- [12] K. GODA and Y. CAO, "Research and Development of Fully Green Composites Reinforced with Natural Fibers," *J. Solid Mech. Mater. Eng.*, vol. 1, no. 9, pp. 1073–1084, 2007, doi: 10.1299/jmmp.1.1073.
- [13] H. M. Akil, M. F. Omar, A. A. M. Mazuki, S. Safiee, Z. A. M. Ishak, and A. Abu Bakar, "Kenaf fiber reinforced composites: A review," *Mater. Des.*, vol. 32, no. 8–9, pp. 4107–4121, 2011, doi: 10.1016/j.matdes.2011.04.008.
- [14] R. Senawi, S. M. Alauddin, R. M. Saleh, and M. I. Shueb, "Polylactic Acid/Empty Fruit Bunch Fiber Biocomposite: Influence of Alkaline and Silane Treatment on the Mechanical Properties," *Int. J. Biosci. Biochem. Bioinforma.*, vol. 3, no. 1, pp. 59–61, 2013, doi: 10.7763/ijbbb.2013.v3.164.
- [15] A. Hairul, "Studi Kekuatan Tarik dan Sifat Fisik Serat Cyathea contaminans Sebelum dan Setelah Mengalami Perlakuan Alkali NaOH," *J. Ilm. Fak. Tek.*, vol. 1, no. 33, pp. 77–80, 2010.
- [16] S. Savetlana and A. Andriyanto, "Sifat-Sifat Mekanik Komposit Serat TKKS-Poliester," *Mecahnical*, vol. 3, no. 1, pp. 45–50, 2012, [Online]. Available: <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/mech/article/view/139/133>.
- [17] F. Gultom, H. Supriadi, and S. Savetlana, "Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Kekuatan Tarik Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Digunakan pada Komposit Serat TKKS," *J. FEMA*, vol. 2, no. 2, p. 35145, 2014.
- [18] R. Lusiani, Sunardi, and Y. Ardiansah, "520-1030-1-Sm," vol. I, no. April, pp. 46–54, 2015.
- [19] C. M. Ewulonu and I. O. Igwe, "Properties of oil palm empty fruit bunch fibre filled high density polyethylene," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 6, pp. 458–471, 2011.
- [20] W. L. Ngo, M. M. Pang, L. C. Yong, and K. Y. Tshai, "Mechanical properties of natural fibre (Kenaf, oil palm empty fruit bunch) reinforced polymer composites," *Adv. Environ. Biol.*, vol. 8, no. 8 SPEC. ISSUE 3, pp. 2742–2747, 2014.
- [21] F. L. Matthews and R. D. Rawlings, "Composite material: Engineering and Science." pp. 376-388, 2008.
- [22] E. S. Arbintarso, K. Muhajir, D. Andhi, S. Jurusan, T. Mesin, and A. Yogyakarta, "Kotak Penyimpan Dingin Dari Papan Partikel Padi," *Semin. Nas. Apl. Sains dan Teknol.*, no. 2007, pp. 104–111, 2008.
- [23] H. Wibowo, T. Rusianto, D. Manarul, I. Jurusan, and T. Mesin, "Pengaruh Kepadatan dan Ketebalan Terhadap Sifat Isolator Panas Papan Partikel Sekam Padi," pp. 107–111, 2008.
- [24] BSN (Badan Standardisasi Nasional), "SNI 03-2105-2006: papan partikel," *Standar Nas. Indones. Badan Stand. Republik Indones.*, pp. 1–23, 2006.
- [25] ASTM, "D 5229/D 5229M – 92 Standard test method for moisture absorption properties," *Annu. B. ASTM Stand.*, vol. 92, no. 3, pp. 1–24, 2004.
- [26] ASTM_Standard_C177, "Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus," *ASTM Int. West Conshohocken, PA*, no. C, pp. 1–23, 2004, doi: 10.1520/C0177-10.2.