

Karakteristik Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Komposit Resin Polyester Untuk Mengetahui Nilai Absorpsi Suara

Firzan Mar'i Akbaro^{1*}, Robert Napitupulu¹, Eko Yudo¹

¹ Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : whatcrin664@gmail.com

Received: 17 Juli 2023; Received in revised form: 7 Agustus 2023; Accepted: 12 Agustus 2023

Abstract

This research looks at the characteristics of Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) fiber which has a high cellulose and hemicellulose content and is generally used for soundproofing materials. So, composite research will be made from the main material of OPEFB fiber with polyester resin as the matrix. The purpose of this research is to determine the sound absorption value of the composition of the mixture of OPEFB fiber and resin. The method used is the hand lay-up method combined with the Taguchi Method on the $L_4(2^3)$ orthogonal matrix design used as a reference for the sound-absorbing composite manufacturing process. The $L_4(2^3)$ orthogonal matrix design is used because there are three process parameters that have two levels. Repetition is repeated three times. The process parameters are the volume fraction of OPEFB fiber and resin, the length of fiber soaking with NaOH, and the thickness of the composite. The research results from three repetitions obtained the highest value in sample I with a mean value = 77.93 dB at a frequency of 2000 Hz, and the lowest value in sample III with a mean value = 32.97 dB at a frequency of 125 Hz.

Keywords: Composites; Hand lay-up method; OPEFB fiber; Sound absorption; Taguchi.

Abstrak

Perkembangan material komposit saat ini tidak hanya dengan bahan penguat sintetis namun juga dengan bahan penguat serat alam, karena serat alam memiliki karakteristik yang beragam. Pada penelitian ini melihat dari karakteristik serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang tinggi, dimana umumnya kandungan tersebut digunakan untuk bahan peredam suara. Maka akan dibuat sebuah penelitian komposit dari bahan utama serat TKKS dengan resin polyester sebagai matriksnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai absorpsi suara dari komposisi campuran serat TKKS dan resin. Adapun metode yang digunakan adalah metode hand lay-up yang dikombinasikan dengan Metode Taguchi pada rancangan matriks orthogonal $L_4(2^3)$ digunakan sebagai acuan dari proses pembuatan komposit absorpsi suara. Rancangan matriks orthogonal $L_4(2^3)$ digunakan karena terdapat tiga parameter proses yang memiliki dua level. Pengulangan dilakukan sebanyak tiga kali. Parameter proses fraksi volume serat TKKS dan resin, lama perendaman serat dengan NaOH, dan ketebalan komposit. Hasil penelitian dari tiga kali pengulangan didapatkan nilai tertinggi pada sampel I dengan nilai mean = 77,93 dB pada frekuensi 2000 Hz, dan nilai terendah pada sampel III dengan nilai mean = 32,97 dB pada frekuensi 125 Hz.

Kata kunci: Absorpsi suara; Komposit; Metode *hand lay-up*; Serat TKKS; Taguchi.

1. PENDAHULUAN

Sepeda Indonesia merupakan negara yang mempunyai tingkat kebisingan yang cukup tinggi yang disebabkan dari sektor transportasi maupun produksi. Pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup KEP-48/MENLH/11/1996, Kebisingan

adalah suara yang berasal dari suatu kegiatan pada tingkat dan waktu tertentu. Kebisingan ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan [1]. Untuk mencegah kebisingan tersebut dibutuhkan peredam dari serat alam yang dapat mengurangi resiko dari gangguan kesehatan dari suara dan bahan serat tersebut. Energi bunyi

mampu diserap oleh material yang bersifat berpori, berserat dan lebih mudah didapatkan. Pada umumnya terdapat beberapa bahan peredam suara ruangan yaitu *glaswool*, *green wool*, pet, keramik *fiber*, busa telur, dan *softboard*. Bahan-bahan tersebut masih terbilang mahal dan memiliki dampak yang merugikan jasmani dan rohani seperti membuat suatu ruangan terasa panas, ruangan terlihat kotor dan kumuh, dan lain sebagainya. Dalam hal ini diperlukan serat alam sebagai *filler* dalam komposit untuk mengurangi resiko dari bahan peredam suara pada umumnya [2].

Bangka Belitung adalah salah satu daerah penghasil kelapa sawit di Indonesia, menurut BKPM *Indonesian Investment Coordinating Board* pada tahun 2010 luas perkebunan kelapa sawit di bangka Belitung mencapai 141.897 Ha [3]. Kelapa sawit merupakan tumbuhan industri sebagai bahan baku penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar [4]. Pohon kelapa sawit memiliki beberapa bagian yaitu terdapat batang, akar, daun, buah, dan bunga. Pada bagian buah, yang telah di proses akan terdapat limbah tandan kosong kelapa sawit sekitar 22% - 24% pada tiap berat buah dari hasil pengolahan [5]. Pada fisik TKKS terdiri dari beberapa serat dengan komposisi yaitu *selulosa* sebanyak $\pm 45.95\%$; *hemiselulosa* sebanyak $\pm 16.49\%$ dan lignin sebanyak $\pm 22.84\%$ [6]. TKKS memiliki kandungan *selulosa* dan *hemiselulosa* yang tinggi, dimana pada umumnya bahan peredam suara memiliki sifat-sifat tersebut [7]. Maka dari itu diperlukannya penelitian untuk mengkaji tentang potensi TKKS untuk material serat alam yang dapat dimanfaatkan sebagai produk penyerapan suara [8].

Siahaan dan Darianto [9] telah melakukan penelitian tentang karakteristik koefisien serap suara dengan mencampur material *concrete foam* dan serat TKKS dengan menggunakan metode tabung impedansi. *Concrete foam* terbuat dari semen, pasir, serat TKKS, air, dan *foam agent* yang dicampur pada alat *horizontal shaft mixer* kemudian dituang ke dalam cetakan. Pengujian serap suara dilakukan menggunakan metode tabung impedansi. Proses membuat spesimen yaitu dengan pengecoran ke dalam cetakan plat besi dengan proses perendaman yang berlangsung 7 hari lalu dilanjutkan dengan

mengeringkan specimen selama 21 hari. Spesimen material *concrete foam* dan *mortar* dilakukan pengujian serap suara dengan metode tabung impedansi. Berdasarkan uji impedansi ISO 10534-2:1998 terdapat 3 ukuran silinder yaitu $\varnothing 112 \times 10 \text{ mm}$, $\varnothing 112 \times 30 \text{ mm}$, dan $\varnothing 112 \times 50 \text{ mm}$. pada pengujian nilai koefisien serap suara, material *concrete foam* yang tambahkan serat TKKS sebanyak 4% yang dicetak dalam bentuk silinder ukuran $\varnothing 112 \times 10 \text{ mm}$ memperoleh hasil terbaik di area frekuensi 500Hz-2000Hz yaitu 0,985 pada frekuensi 1000Hz, dari hasil pengujian ini menunjukkan mampu melakukan penyerapan terhadap bunyi suara yang menghampiri permukaan material dibandingkan material *mortar* memiliki nilai koefisien peredam suara terbaik pada daerah frekuensi rendah 0Hz-500Hz yaitu 0,818 di frekuensi 125Hz dengan bentuk silinder ukuran $\varnothing 112 \times 30 \text{ mm}$.

Sejalan dari Siahaan dan Darianto, Sumarno [2] juga telah melakukan penelitian serat komposit untuk peredam suara tentang pengaruh kombinasi serat kelapa dan lidah mertua terhadap nilai koefisien absorpsi bunyi sebagai alternatif peredam. Penelitian ini menggunakan komposit dengan orientasi susunan serat acak dengan bervariasi *filler* supaya mendapatkan material peredam bunyi yang peforma menyerap bunyi dengan baik. Adapun variasi *filler* yang dimaksud adalah Resin *epoxy* 50% Serat Kelapa 25% Lidah Mertua 25%, Resin *Epoxy* 50% Serat Kelapa 35% Lidah Mertua 15%, dan Resin *Epoxy* 50% Serat Kelapa 15% Lidah Mertua 35%. Cara pengambilan data dengan melakukan pengujian redaman suara pada setiap spesimen komposit dan data yang didapatkan dari penelitian ini mampu menghasilkan peforma menyerap bunyi dengan baik. Dari hasil uji nilai koefisien penyerapan bunyi a semua sampel komposit sudah memenuhi syarat ISO 11654 dengan nilai a 0,15 pada rentang frekuensi 100 -5000 Hz. Hasil nilai koefisien serap suara tertinggi pada sampel ke I dengan nilai a sebesar 0,4353 dan untuk nilai terendah pada sampel ke III dengan nilai a sebesar 0,1426.

Pramono [10] juga melakukan penelitian untuk bahan peredam suara yang berjudul "Studi Material Biokomposit untuk Aplikasi Bahan Akustik dengan Matriks

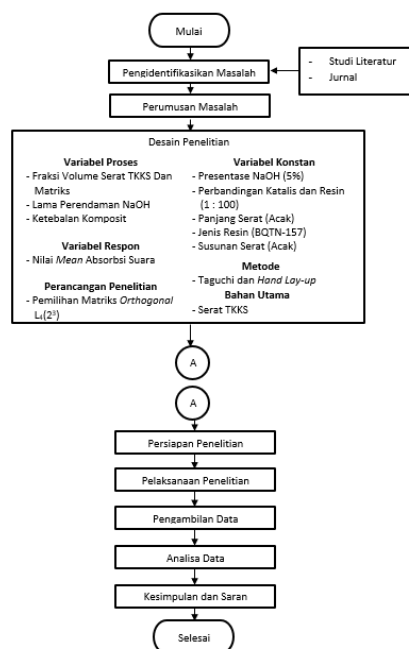
Polyester Berpenguat Serat Alam". Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui komposisi serat ampas tebu, rami dan bambu bermatriks resin polyester pada komposit terhadap nilai koefisien absorpsi suara (α), kekuatan lenturnya, densitas, ikatan kimia yang terbentuk, serta struktur morfologinya. Pemakaian bahan menggunakan 30% serat : 70% matriks. Penelitian bertujuan untuk memperoleh hubungan nilai koefisien absorpsi suara, kuat lentur, densitas, ikatan kimia dan struktur yang terbentuk dengan komposisi yang diberikan serta aplikasinya dalam material penyerap suara yang memenuhi standar ISO 11654. Metode yang digunakan adalah *hand lay-up*. Metode pengujian menggunakan standar ASTM E1050, ASTM D790, ASTM C271-99, ASTM E1252 dan ASTM E2809. Dari ketiga parameter memenuhi standar ISO 11654 dengan nilai koefisien α rata-rata lebih besar dari 0,3 pada frekuensi 250-4000 Hz. Pada pengujian lentur didapatkan hasil terbaik pada komposisi dalam dominasi

serat tebu dengan 261,66 kg/cm². Pada pengujian FTIR, membuktikan bahwa tidak adanya ikatan kimia antara matriks dan penguat.

Berdasarkan latar diatas, maka akan dilakukan penelitian komposit menggunakan bahan serat TKKS dengan menggunakan matriks resin polyester untuk mendapatkan nilai absorpsi material peredam suara. Dalam hal ini fraksi volume serat TKKS dan resin, lama perendaman NaOH, dan ketebalan komposit dijadikan sebagai variabel proses untuk mencari nilai koefisien absorpsi suaranya.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode taguchi yang dipadukan dengan metode *hand lay-up*, dimana metode taguchi digunakan sebagai penentuan komposisi dan jumlah sampel dan metode *hand lay-up* digunakan dalam cara pencetakan sampel komposit. Tahapan penelitian bisa dilihat pada *flowchart* Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart*

Dimensi komposit absorpsi suara tidak mempunyai standart ukuran tetapi memiliki sarat sebagai penghalang antara satu sisi dengan satu sisi yang lain, dimana di satu sisi tersebut terdapat sumber suara dan sisi lain yang terhalang komposit terdapat alat untuk

mengecek nilai suara yang diterima. Pada penelitian ini dimensi ukuran komposit yang digunakan yaitu panjang dan lebar 300 mm dan 300 mm, ketebalan 5 mm dan 10 mm yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sampel Komposit

Alat dan bahan antara lain, 1) Kotak uji yang berupa kotak yang mensimulasikan sebuah ruangan di buat dari triplek dengan ketebalan 10 mm dan bagian dinding dalam kotak dilapisi dengan karpet *glasswool* agar

mengurangi suara keluar dari dinding-dinding kotak. Kotak uji ini memiliki ukuran dimensi volume panjang, lebar, tinggi yaitu $300 \times 300 \times 400$ mm seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kotak Uji

2) cetakan terbuat dari kaca dengan ketebalan kaca 5 mm. Pada penelitian ini cetakan komposit yang digunakan mempunyai dua volume dengan panjang,

lebar, tinggi pada cetakan 1 yaitu $300 \times 300 \times 5$ mm dan cetakan 2 yaitu $300 \times 300 \times 10$ mm seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Cetakan Komposit

3) *Sound level meter* berfungsi untuk mengetahui seberapa besar nilai suara (dB) yang keluar dari celah kotak uji yang akan di tutup dengan komposit pada frekuensi (Hz)

yang akan di atur yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sound Level Meter

4) *Speaker bluetooth* berfungsi sebagai sumber suara sesuai dengan frekuensi yang di atur. *Speaker* ini berada di dalam

kotak uji saat pengujian berlangsung yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Speaker Bluetooth*

Pada penentuan komposisi komposit, penelitian ini menggunakan metode Taguchi dengan perancangan model matriks

orthogonal $L_4(2^3)$ karena memiliki tiga faktor dan dua level seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks *orthogonal* $L_4(2^3)$

Eksperimen	Fraksi Volume serat TKKS : Volume Resin	Lama perendaman NaOH	Ketebalan komposit
1	50% : 50%	1 jam	5 mm
2	50% : 50%	2 jam	10 mm
3	60% : 40%	1 jam	10 mm
4	60% : 40%	2 jam	5 mm

Selanjutnya berat bahan-bahan pembuatan komposit dihitung sesuai dengan massa jenis pada bahan-bahan

tersebut. Hasil dari perhitungan bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Berat komposisi bahan komposit

No.	Fraksi volume serat dan matriks	Lama Perendaman	Tebal	Berat TKKS	Berat Resin	Berat Katalis
1.	50% : 50%	1 jam	5 mm	27 gr	273,37 gr	2,73 gr
2.	50% : 50%	2 jam	10 mm	40,5 gr	546,75 gr	5,46 gr
3.	60% : 40%	1 jam	10 mm	64,8 gr	437,2 gr	4,37 gr
4.	60% : 40%	2 jam	5 mm	24,3 gr	218,7 gr	2,18 gr

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data bisa didapatkan dari pengujian dengan menggunakan kotak uji yang berperan sebagai simulasi ruangan dan *sound level meter* yang berjarak 400 mm dari

penyekatan komposit untuk mengetahui besar suara (dB) yang dikeluarkan. Proses pengujian dilakukan di ruangan kedap suara seperti pada ruangan presentasi di Politeknik Manufaktur Bangka Belitung dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses Pengujian

Pengujian dilakukan dengan frekuensi 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz. Di setiap frekuensi akan di uji dengan sampel I, sampel II, sampel III, dan sampel IV. Dimana pada tiap sampel dilakukan tiga kali pengulangan. Hasil pengujian bisa di lihat pada Tabel 3, 4, 5, dan 6.

Komposit I memiliki susunan pada matriks *orthogonal* ke-1, yaitu 50% serat dan 50% matriks, lama perendaman serat 1 jam, dan ketebalan komposit 5 mm yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji sampel I

No.	Frekuensi (Hz)	Pengulangan			Mean (dB)
		I	II	III	
1.	125	33,2	33,1	33,4	33,23
2.	250	51,3	51,1	51,6	51,33
3.	500	74,5	75	74,9	74,8
4.	1000	60,5	59,7	59,9	60,03
5.	2000	78	77,7	78,1	77,93
6.	4000	76,1	76,5	75,9	76,17

Komposit II memiliki susunan pada matriks *orthogonal* ke-2, yaitu 50% serat dan 50% matriks, lama perendaman serat 2 jam,

dan ketebalan komposit 10 mm. Hasil uji sampel II yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji sampel II

No.	Frekuensi (Hz)	Pengulangan			Mean (dB)
		I	II	III	
1.	125	33,1	33,4	33,1	33,2
2.	250	49,3	48,6	48	48,63
3.	500	74,1	74,6	73,5	74,07
4.	1000	55,2	56	55,6	55,6
5.	2000	75,2	74,8	75	75
6.	4000	75,3	74,9	75	75,07

Komposit III memiliki susunan pada matriks *orthogonal* ke-3, yaitu 60% serat dan 40% matriks, lama perendaman serat 1 jam,

dan ketebalan komposit 10 mm. Hasil uji sampel III yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji sampel III

No.	Frekuensi (Hz)	Pengulangan			Mean (dB)
		I	II	III	
1.	125	32,8	33,1	33	32,97
2.	250	48,7	47,4	47,7	47,93
3.	500	72,8	71,5	72,4	72,23
4.	1000	53	52,9	53,2	53,03
5.	2000	74,3	73,7	73,8	73,93
6.	4000	72,9	72,3	72,6	72,6

Komposit IV memiliki susunan pada matriks *orthogonal* ke-4, yaitu 60% serat dan 40% matriks, lama perendaman serat 2 jam,

dan ketebalan komposit 5 mm. Tabel 6. merupakan hasil uji sampel IV.

Tabel 6. Hasil uji sampel IV

No.	Frekuensi (Hz)	Pengulangan			Mean (dB)
		I	II	III	
1.	125	33,4	33,4	33,6	33,47
2.	250	49,3	49	48,8	49,03
3.	500	74,2	74,9	74,8	74,63

4.	1000	61,1	61,3	61,1	61,17
5.	2000	76,8	75,4	75,7	75,97
6.	4000	76	75,9	75,9	75,93

Pada Tabel 3, 4, 5, dan 6 dapat diketahui nilai tertinggi pengujian absorpsi suara terdapat pada sampel I yaitu sampel komposit dengan komposisi fraksi volume serat dan matriks 50% : 50%, lama perendaman serat dengan NaOH 1 jam, dan ketebalan komposit 5 mm dengan nilai *mean* yang diperoleh = 77,93 dB pada frekuensi 2000 Hz dan nilai terendahnya terdapat pada sampel III yaitu sampel komposit dengan komposisi fraksi volume serat dan matriks 60% : 40%, lama perendaman serat dengan NaOH 1 jam, dan ketebalan komposit 10 mm dengan nilai *mean* yang diperoleh 32,97 dB pada frekuensi 125 Hz

4. SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan pengujian, bisa diketahui bahwa sampel komposit terbaik pada penelitian ini adalah sampel komposit yang memiliki nilai *mean* terendah yaitu sampel komposit dengan fraksi volume serat dan matriks 60% : 40%, lama perendaman serat menggunakan NaOH 1 jam, dan ketebalan komposit 10 mm yang menghasilkan nilai *mean* = 32,97 pada frekuensi 125 Hz dan yang terburuk adalah sampel komposit yang memiliki nilai *mean* tertinggi yaitu sampel komposit dengan fraksi volume serat dan matriks 50% : 50%, lama perendaman serat menggunakan NaOH 1 jam, dan ketebalan komposit 5 mm yang menghasilkan nilai *mean* = 77,93 pada frekuensi 2000 Hz.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ninda Ramita, Rudy Laksmono, "Pengaruh Kebisingan dari aktifitas bandara Internasional Juanda Surabaya", Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, vol. 4, no. 1, p. 20, 2011.
- [2] Haswarno M. Zarkasi Sunanda Sumarno, "Analisa Pengaruh Kombinasi Serat Kelapa Dan Lidah Mertua Terhadap Nilai Koefisien Absorpsi Bunyi Sebagai Alternatif Peredam Bunyi", Laporan Akhir Proyek Akhir, Universitas Islam Riau, Pekanbaru, 2021.
- [3] Harris, Sjamsjul Anam, Syarifuddin Mahmudsyah, "Studi Pemanfaatan Limbah Padat dari Perkebunan Kelapa Sawit pada PLTU 6 MW di Bangka Belitung", Jurnal Teknik Pomits, vol. 2, no. 1, p. B-73, 2013.
- [4] Elvi Lisdayani, Ameliyani, "Dampak Industri Perkebunan Kelapa Sawit Terhadap Lingkungan di Desa Paya Kulbi, Aceh Tamiang", Pros. SemNas. Peningkatan Mutu Pendidikan, vol. 2, no. 1, pp. 101-105, 2021.
- [5] M Roganda L Lumban Gaol, Roganda Sitorus, Yanthi S, Indra Surya, Renita Manurung, "Pembuatan Selulosa Asetat Dari A-Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit", Jurnal Teknik Kimia USU vol. 2, no. 3, p. 33, 2013.
- [6] Utami, Shinta Elystia, Yelmida Aziz, "Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Karbon Aktif Dari Tandan", Jom Fteknik, vol. 4, no. 1, p. 2, 2017.
- [7] Rifaida Eriningsih, Mukti Widodo, Rini Marlina, "Pembuatan dan Karakterisasi Peredaman Suara dari Bahan Baku Serat Alam", Arena Tekstil, vol. 29, no. 1, pp. 1-8, 2014.
- [8] Aditya Putri Kusuma Wardani, Dr. Dian Widiawati., M.Sn, "Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Material Tekstil dengan Pewarna Alam untuk Produk Kriya", Jurnal Tingkat Sarjana Senirupa dan Desain, vol. 1, no. 3, p. 1, 2014
- [9] M. Yusuf R. Siahaan, Darianto, "Karakteristik Koefisien Serap Suara Material Concrete Foam Dicampur Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Metode Impedance Tube", Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy, vol. 4, no. 1, pp. 85-93, 2020.
- [10] M. Dede Pramono, "Studi Material Biokomposit untuk Aplikasi Bahan Akustik dengan Matriks Polyester Berpenguat Serat Alam", Laporan Akhir Proyek Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016.