

# Analisa Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Penguat Komposit Absorpsi Suara

Muthia Egi Rahmasita, Moh. Farid, Hosta Ardhyananta

Departemen Teknik Material, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

*e-mail:* mofaredo@gmail.com

**Abstrak**—Seiring dengan adanya berbagai inovasi yang dilakukan dalam bidang material, serat alam kembali dikembangkan. Hal ini dikarenakan serat alam memiliki kelebihan yaitu memiliki sifat fisik yang bagus, kandungannya melimpah di alam, ramah lingkungan, dan biaya produksi yang lebih rendah. Indonesia sebagai Negara dengan keanekaragaman hayati yang luas memiliki peluang yang besar untuk mengeksplorasi pemanfaatan bahan serat alam. Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi dengan produktivitas terbesar di Indonesia. Berdasarkan data dari kementerian pertanian, pada tahun 2015 tercatat produksi kelapa sawit sebesar 31,284,306.00 ton, dengan produktivitas sebesar 3,679.00 Kg/Ha. Sehingga pemanfaatan serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dalam pengembangan berbagai inovasi material dapat mengurangi limbah kelapa sawit. Sumber kebisingan tertinggi pada kehidupan manusia adalah kendaraan bermotor. Untuk mengurangi kebisingan dari luar kendaraan bermotor tersebut, digunakan material penyerap suara. Serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan sebuah alternatif material penyerap suara yang ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa morfologi serat TKKS sebagai bahan absorpsi suara menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Analisa SEM menunjukkan permukaan serat yang kasar dengan diameter serat 343 – 365  $\mu\text{m}$ , serta terdapat pori yang memudahkan mekanisme penyerapan suara.

**Kata Kunci**—Absorpsi Suara, Morfologi, *Scanning Electron Microscopy* (SEM), Serat Alam, Tandan Kosong Kelapa Sawit.

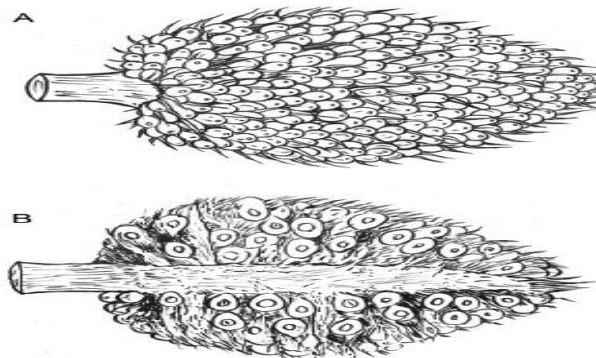
## I. PENDAHULUAN

SEIRING dengan adanya berbagai inovasi yang dilakukan dalam bidang material, serat alam kembali dikembangkan. Hal ini dikarenakan serat alam memiliki kelebihan yaitu memiliki sifat fisik yang bagus, kandungannya melimpah di alam, ramah lingkungan, dan biaya produksi yang lebih rendah. Indonesia sebagai Negara dengan keanekaragaman hayati yang luas memiliki peluang yang besar untuk mengeksplorasi pemanfaatan bahan serat alam. Kelapa sawit (*Elaeisguineensis*) merupakan salah satu komoditi dengan produktivitas terbesar di Indonesia. Berdasarkan data dari kementerian pertanian, pada tahun 2015 tercatat produksi kelapa sawit sebesar 31,284,306.00 ton dengan produktivitas sebesar 3,679.00 Kg/Ha [1].

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan kumpulan serat yang tertinggal setelah memisahkan buah dari tandan buah segar yang telah disterilkan (dengan penguapan pada 294 kPa selama 1 jam) [2]. TKKS murah, dapat terdekomposisi,

tidak beracun, dan merupakan serat alami yang digunakan secara luas. Tandan kosong kelapa sawit merupakan material alami yang mengandung filament yang tebal dan kasar [3]. Hal tersebut membuat tandan kosong kelapa sawit lebih efektif dibandingkan material industri yang tidak dapat diperbaharui, berbahaya untuk kesehatan dan lingkungan, serta mahal untuk produksi skala kecil [4]. TKKS digunakan sebagai bahan mentah pada berbagai aplikasi termasuk pembangkit listrik, formulasi komposit, dan industri pembuatan kertas. TKKS memiliki energi sebesar 3700 Kcal  $\text{kg}^{-1}$ , dan penggunaannya pada komposit polimer dapat menyelesaikan permasalahan lingkungan, terutama yang berhubungan dengan pembuangan limbah kelapa sawit.

Serat kelapa sawit di ekstrak dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan proses retting. Proses retting yang dapat dilakukan diantaranya adalah *mechanical retting* (ditempa), *chemical retting* (direbus dengan bahan kimia), *steam retting*, dan *water retting*. *water retting* merupakan proses yang paling sering digunakan diantara proses lainnya [5]. Ekstraksi mekanik lebih ramah lingkungan, dimana metode lain mencemari air. Gambar 1 (a) menunjukkan sketsa tandan kosong kelapa sawit dan gambar 1 (b) menunjukkan penampang tandan kosong kelapa sawit dan persebaran seratnya



Gambar 1. (a) Sketsa TKKS, (b) Penampang TKKS [2]

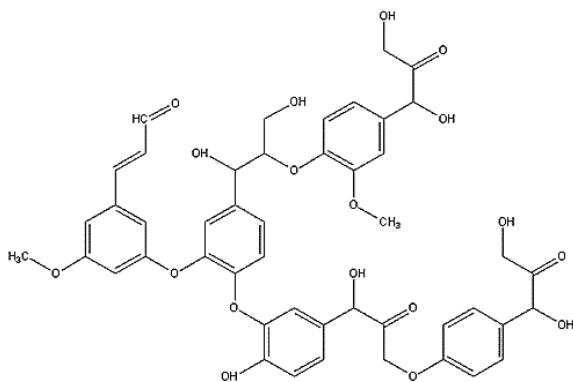
Serat kelapa sawit memiliki sifat yang keras dan kuat. Pori – pori pada permukaan serat kelapa sawit memiliki rata – rata diameter sebesar 0.07 m. Morfologi permukaan pori ini sangat berguna untuk meningkatkan ikatan mekanik dengan resin matriks jika digunakan pada pembuatan komposit [6]. Tetapi struktur permukaan berpori memfasilitasi penyusupan

air ke dalam serat melewati pembuluh, terutama ketika tak terlindung dari air [7]. Dalam mikrofibril TKKS terdapat selulosa, lignin, dan hemiselulosa sebagai komponen utama. Tabel 1 menunjukkan komposisi kimia serat kelapa sawit. Senyawa yang paling banyak terkandung dalam serat kelapa sawit adalah selulosa, lignin, hemiselulosa, dan holoselulosa. Holoselulosa dan hemiselulosa memiliki struktur kimia yang sama dengan selulosa tetapi memiliki sifat yang sama dengan lignin. Selulosa berfungsi untuk membentuk pori pada komposit [8]. Sehingga struktur utama dari serat kelapa sawit terdiri dari Lignin dan selulosa. Gambar 2 merupakan struktur Lignin, sedangkan gambar 3 merupakan struktur selulosa.

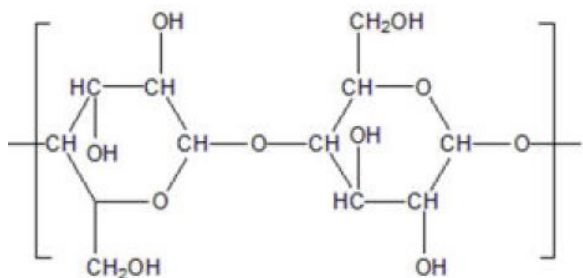
Tabel 1.

Komposisi Kimia Serat Kelapa Sawit [2]

Unsur	Nilai
Selulosa (%)	42.7 – 65
Lignin(%)	13.2 – 25.31
Hemiselulosa (%)	17.1 – 33.5
Holoselulosa (%)	68.3 – 86.3
Kadar abu (%)	1.3 – 6.04
Ekstraktif dalam air panas (100°C) (%)	2.8 – 14.79
Kelarutan dalam air dingin (30°C) (%)	8 – 11.46
Alkali larut (%)	14.5 – 31.17
Alfa selulosa (%)	41.9 – 60.6
Kelarutan alcohol – benzene (%)	2.7 – 12
Pentosan (%)	17.8 – 20.3
Glukosa (%)	66.4
Silika (%)	1.8
Cu (g/g)	0.8
Kalsium (g/g)	2.8
Mn (g/g)	7.4
Fe (g/g)	10.0
Sodium (g/g)	11.0



Gambar 2. Struktur Lignin [9]



Gambar 3. Struktur Selulosa [9]

Tabel 2 menunjukkan sifat fisik dan mekanik serat kelapa sawit. Diameter serat kelapa sawit berkisar antara 150 – 500 µm. Kekuatan tarik dan modulus elastisitas serat kelapa sawit cukup tinggi, yaitu mencapai 400 MPa dan 9 GPa, sehingga cocok untuk dijadikan bahan penguat pada komposit.

Tabel 2.

Sifat Fisik dan Mekanik Serat Kelapa Sawit [2]

Sifat	Nilai
Diameter (µm)	150 – 500
Microfibrillar angle (°)	46
Density (gr/cm <sup>3</sup> )	0.7 – 1.55
Tensile strength (MPa)	50 – 400
Young's modulus (GPa)	0.57 – 9
Elongation at break (%)	4 – 18
Tensile strain (%)	13.71
Length-weighted fiber length (mm)	0.99
Cell-wall thickness (µm)	3.38
Fiber coarseness (mg/m)	1.37
Rigidity index (T/D) <sup>3</sup> x 10 <sup>-4</sup>	55.43

Dalam dunia otomotif khususnya industri roda empat, fasilitas kenyamanan berkendara menjadi bagian yang penting diperhatikan, salah satunya adalah penyerap suara. Fasilitas ini diperlukan untuk mengurangi kebisingan dari lalu lintas di luar kendaraan roda empat tersebut. Kebisingan yang disebabkan oleh lalu lintas memiliki tekanan bunyi 80-100 dB. Sumber kebisingan tertinggi pada kehidupan manusia adalah pada kendaraan bermotor (55%). Sementara berdasarkan PerMen LH no.07 tahun 2009 disebutkan bahwa batas maksimal suara pada kendaraan roda empat berpenumpang dibawah 8 orang adalah 77-80 dB [10]. Material berserat, berpori, dan jenis lain telah diterima sebagai material penyerap suara [11]. Telah dilakukan berbagai penelitian diseluruh dunia mengenai penggunaan serat alam sebagai material penyerap suara. Contohnya serat kayu [11], bambu [12], rami [13], serat kelapa [14], dan serat kurma [3]. Faktor yang mempengaruhi penyerapan suara serat alam yaitu ukuran serat, porositas, densitas, tortuosity, ketebalan [15]. Jumlah, ukuran, dan tipe pori merupakan faktor yang penting untuk mempelajari mekanisme absorpsi suara dalam material berpori. Agar bunyi dapat terdisipasi oleh gesekan, gelombang suara harus memasuki material berpori. Maka harus terdapat pori pada permukaan material agar suara dapat melalui dan terserap [15]. Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit merupakan salah satu material yang memiliki kemampuan penyerapan suara yang baik, sehingga memiliki potensi tinggi untuk digunakan sebagai bahan dasar material penyerap suara menggantikan bahan sintetis [16].

## II. METODE PENELITIAN

### A. Bahan yang Digunakan

Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit yang digunakan berumur 7 tahun dan diperoleh dari dataran tinggi Duma, Riau.

### B. Preparasi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) ditempa menggunakan cangkul. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

dijemur selama  $\pm 2$  hari untuk menghilangkan serangga – serangga dan mengurangi kadar air. Kemudian serat dari TKKS dipisahkan dengan metode penarikan mekanik dan dibersihkan dari pengotor dengan air. Setelah itu Serat dikeringkan dalam oven pada temperatur  $60^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 10$  jam untuk mengurangi kadar air. Setelah dikeringkan dilakukan pencacahan mekanik menggunakan blender dengan kecepatan putar 1800 rpm selama 5 menit untuk mengurangi ukuran serat. Selanjutnya serat di ayak dengan mesin *sieving* selama 20 menit untuk mendapatkan ukuran yang homogen. Gambar 4 menunjukkan mesin *sieving*

Gambar 4. Mesin *Sieving*

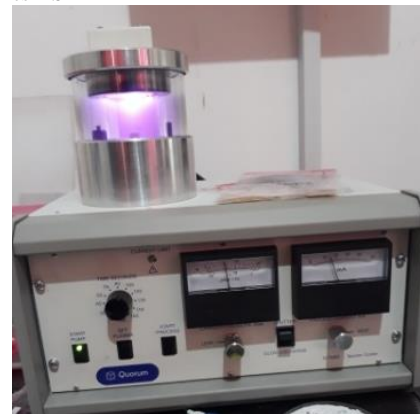
### C. Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM)

Metoda SEM digunakan untuk mengetahui morfologi dari suatu material berdasarkan standar ASTM E986 dengan pembesaran berkisar antara 20 kali sampai 500.000 kali. Alat SEM yang digunakan adalah Inspect FEI 550, ditunjukkan oleh gambar 5. Inspect FEI 550 dapat menganalisa EDS dan EBSD dengan cepat dan akurat, dengan arus yang stabil (mencapai 200 nA). Semua pengaturan dapat dilakukan secara otomatis. Spesifikasi Inspect FEI 550 diantaranya memiliki detektor, elektron optik, resolusi *electron beam*, dan sistem vakum. Detektor yang dimiliki yaitu Everhart Thornley *secondary electron detector (SED)*, *Large Field Detector (LFD)*, kamera infra merah untuk melihat sampel, vCD (detector dengan voltase rendah dan kontras yang tinggi)/BSE, dan detector STEM. Elektron optik memiliki resolusi tinggi, voltase 2 – 30 kV. Arus kurang dari sama dengan 200 nA. Resolusi electron beam yaitu 0.9 nm pada 30 kV (STEM), 1.2 nm pada 30 kV (SE), 1.0 nm pada 30 kV (SE dengan pembersih plasma), 2.9 nm pada 1 kV (SE), 2.3 nm pada 1 kV (mode BD +ICD), 3.1 nm pada 200V (mode BD +ICD), 2.5 nm pada 30 kV (BSE), dan 3 nm pada 1 kV (mode BD + BSE) [17]. SEM terdiri dari sebuah senapan elektron yang memproduksi berkas elektron pada tegangan dipercepat sebesar 2 – 30 kV. Berkas elektron tersebut dilewatkan pada beberapa lensa elektromagnetik untuk menghasilkan gambar berukuran  $< \sim 10\text{nm}$  pada sampel yang ditampilkan dalam bentuk film fotografi atau ke dalam tabung layar. Mesin SEM yang digunakan adalah milik Laboratorium Karakterisasi

Material Departemen Teknik Material ITS Surabaya. Karena material yang digunakan bukan logam, maka sampel yang digunakan harus di lapisi (*coating*) terlebih dahulu agar dapat memantulkan elektron. Sampel dilekatkan pada *holder* dengan menggunakan selotip karbon *double tape*, kemudian dimasukkan ke dalam alat pelapis Quorum SC7620 *Mini Sputter Coater* untuk melapisi sampel dengan lapisan tipis Au-Pd (80:20). SC7620 *Mini Sputter Coater* cocok untuk *hydrophilisation* (pembasahan) *carbon coated*. SC7620 memiliki rangka dengan dimensi 340mm W x 310 mm D x 330 mm H, dengan berat 20 kg. Daya pada SC7620 yaitu 20V AC x 50 Amp. Pompa vakum SC7620 yaitu 50 L/m. Gas yang digunakan Argon, dengan kemurnian 99.99% [17]. Setelah di lapisi, sampel dimasukkan dalam *specimen chamber* pada alat SEM. Perbesaran yang digunakan adalah 100 – 250 kali. Gambar 5 menunjukkan mesin SEM, sedangkan gambar 6 menunjukkan mesin *coating*



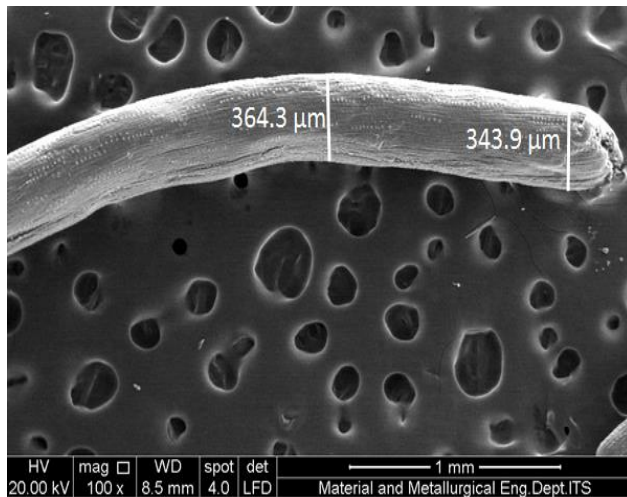
Gambar 5. Mesin SEM



Gambar 6. Mesin Pelapis

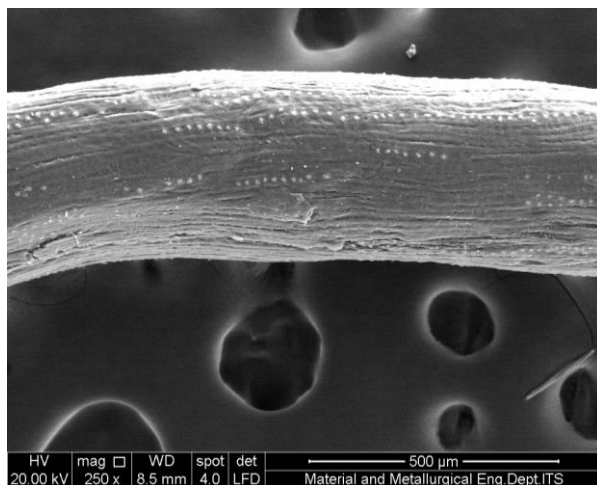
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan morfologi dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)*.

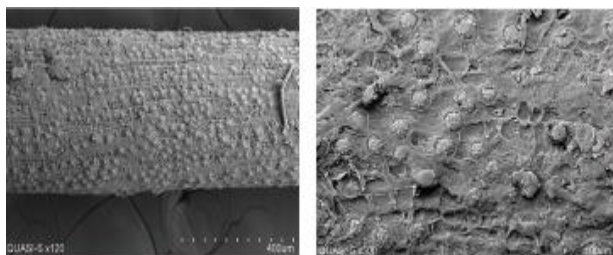


Gambar 7. SEM Serat TKKS perbesaran 100x

Gambar 7 menunjukkan hasil uji SEM pada serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan perbesaran 100 kali. Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit menunjukkan permukaan yang kasar dengan ukuran diameter sekitar 343 - 365  $\mu\text{m}$ . Morfologi yang kasar ini disebabkan oleh kandungan lapisan lilin, substansi lemak, dan pengotor [18]. Morfologi serat TKKS juga menunjukkan adanya pori dan silika, zat yang termasuk minyak dan pengotor lain yang menutup permukaan serat [19]. Silika menempel pada permukaan dan beberapa menutup pori, hal ini ditunjukkan oleh gambar 8.



Gambar 8. SEM serat TKKS perbesaran 250x



Gambar 9. SEM Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit : (a) Perbesaran 120x dan (b) Perbesaran 500x (Ibrahim [19])

Hasil yang sama didapatkan pada penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim [19] yang menemukan bahwa terdapat silika pada

struktur serat TKKS, ditunjukkan oleh gambar 9. Pori berfungsi dalam mekanisme penyerapan suara. Penyerapan suara disebabkan oleh disipasi energi akustik menjadi panas. Ketika gelombang suara memasuki material berpori, partikel udara didalam pori akan bergetar, partikel – partikel yang bergetar kemudian bergesekan dengan dinding pori menyebabkan perubahan temperatur. Konduksi thermal dalam material membuat energi akustik bertransformasi menjadi energi thermal [19]. Sehingga serat Tandan Kosong kelapa sawit dapat menjadi material penyerap suara yang cukup baik.

#### IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa morfologi serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) menunjukkan permukaan yang kasar dengan diameter sekitar 345- 365  $\mu\text{m}$ , serta terdapat pori yang memudahkan mekanisme penyerapan suara. Sehingga serat tandan kosong kelapa sawit dapat menjadi material penyerap suara yang cukup baik.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih kepada Program Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, Kemenristekdikti tahun 2017 yang telah mendukung pendanaan dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. P. RI, "http://www.pertanian.go.id/," 2017. [Online]. Available: <http://www.pertanian.go.id/>.
- [2] S. P. S. Shinoj, M. Kochubabu, R. Visvanathan, "Oil palm fiber (OPF) and its composites: A review.," *Ind. Crops Prod.*, vol. 33, pp. 7–22, 2011.
- [3] Z. L. A. Al-Rahman, Raja, R. I., Rahman, R. A., Ibrahim, "Comparison of Acoustic Characteristics of Date Palm fibre and Oil Palm Fibre," *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, pp. 1656–1661, 2014.
- [4] A. M. A. L. Ismail, Ghazali, M. I., Mahzan, S., and Zaidi, "Sound Absorption of Arenga Pinnata Natural Fiber," *World Acad. Sci. Eng. Technol.*, pp. 601–603, 2010.
- [5] W. M. Z. . G. Raju, Ratnam, C.T., Ibrahim, N.A., Rahman, M.Z.A., Yunus, "Enhancement of PVC/ENR blend properties by poly(methyl acrylate) grafted oil palm empty fruit bunch fiber," *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 110, pp. 368–375, 2008.
- [6] S. M.S. Sreekala, Kumaran, M.G., Thomas, "Oil palm fibers: morphology, chemical composition, surface modification, and mechanical properties," *J. Appl. Polym. Sci.*, pp. 821–835, 1997.
- [7] H. P. S. . C.A.S. Hill, Khalil, "Effect of fiber treatments on mechanical properties of coir or oil palm fiber reinforced polyester composites," *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 78, pp. 1685–1697, 2000.
- [8] S. V. A.J. Svagan, Jensen, P., Berglund, L.A., Furó, I., and Dvinskikh, "Towards Tailored Hierarchical Structures in Starch-Based Cellulose Nanocomposites Prepared by Freeze Drying," *J. Mater. Chem.*, vol. 20, p. 6646, 2010.
- [9] H. Chen, "Biotechnology of Lignocellulose: Theory and Practice," *Springer Sci. Bus. Media*, 2014.
- [10] E. C. Mediastika, *Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan*. Yogyakarta, 2009.
- [11] M. Farid, H. Ardhyanta, V. M. Pratiwi, and S. P. Wulandari, "Correlation between Frequency and Sound Absorption Coefficient of Polymer Reinforced Natural Fibre," *Adv. Mater. Res.*, vol. 1112, pp. 329–332, 2015.
- [12] M. Farid and T. Heryanto, "Correlation of Normal Incidence Sound Absorption Coefficient (NAC) and Random incidence Sound

- Absorption Coefficient (RAC) of Polyester/Ramie Fibre Composite Materials,” *Adv. Mater. Res.*, vol. 789, pp. 269–273, 2013.
- [13] L. B. S. J. W. D. W. Peng, “Mechanic and Acoustic Properties of the Sound-Absorbing Material Made from Natural Fiber and Polyester,” pp. 1–5, 2014.
- [14] M. F. Legiviani, Rani, “Pengaruh Perbandingan Komposisi Penyusun Polyurethane dan Fraksi Massa Serat Kelapa terhadap Koefisien Absorpsi Suara dan Kekuatan Lentur Komposit Serat Kelapa pada Aplikasi Muffler,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- [15] H. Seddeq, “Factors Influencing Acoustic Performance of Sound Absorptive Materials,” *Aust. J. Basic Appl. Sci.*, pp. 4610–4617, 2009.
- [16] S. S. S. M. Samsudin, Emedya Murniwaty, Lokman Hakim Ismail, Aeslina Abdul Kadir, “Comparison On Acoustic Performance Between Dust And Coir Form Empty Fruit Bunches (EFB) As Sound Absorption Material,” *J. Teknol.*, pp. 191–196, 2016.
- [17] Wwww.quorumtech.com, “Quorum Technologies,” *www.quorumtech.com*, 2017. [Online]. Available: [www.quorumtech.com](http://www.quorumtech.com).
- [18] A. K. M. J. Rout, M. Misra, S.S. Tripathy, S.K. Nayak, “The Influence of Fibre Treatment on The Performance of Coir-Polyester Composites,” *Compos. Sci. Technol.*, vol. 61, pp. 1303–1310, 2001.
- [19] R. R. Ibrahim, Zamawi, Astimar Abdul Aziz, “Effect Of Treatment On The Oil Content And Surface Morphology Of Oil Palm (*Elaeis Guineensis*) Empty Fruit Bunches (Efb) Fibres,” *Wood Res.*, vol. 60, no. 1, pp. 157–166, 2015.