



TUGAS AKHIR – TL184834

**REVIEW PENGARUH UKURAN SERAT TERHADAP
KEMAMPUAN ABSORPSI SUARA PADA KOMPOSIT DENGAN
FILLER SERAT ALAM**

**YULI DAMAYANTI
NRP. 0251164000008**

**Dosen Pembimbing
Ir. Moh. Farid, DEA
Diah Susanti, S.T., M.T., Ph. D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020**



TUGAS AKHIR – TL 184834

**REVIEW PENGARUH UKURAN SERAT TERHADAP
KEMAMPUAN ABSORPSI SUARA PADA KOMPOSIT
DENGAN FILLER SERAT ALAM**

YULI DAMAYANTI
NRP. 02511640000008

Dosen Pembimbing
Ir. Moh. Farid, DEA
Diah Susanti, S.T., M.T., Ph. D.

DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT – TL 184834

**REVIEW THE EFFECT OF FIBER SIZE ON SOUND
ABSORPTION ABILITY IN COMPOSITE WITH NATURAL
FIBER FILLERS**

YULI DAMAYANTI
NRP. 02511640000008

Supervisors
Ir. Moh. Farid, DEA
Diah Susanti, S.T., M.T., Ph. D.

MATERIALS AND METALLURGICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology and System Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2020

(This page is intentionally left blank)

**REVIEW PENGARUH UKURAN SERAT TERHADAP
KEMAMPUAN ABSORPSI SUARA PADA KOMPOSIT
DENGAN FILLER SERAT ALAM**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Material dan Metalurgi
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
YULI DAMAYANTI
NRP 0251164000008

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Moh. Farid, DEA (Pembimbing 1)
2. Diah Susanti, S.T., M.T., Ph. D. (Pembimbing 2)



SURABAYA
Agustus 2020

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

REVIEW PENGARUH UKURAN SERAT TERHADAP KEMAMPUAN ABSORPSI SUARA PADA KOMPOSIT DENGAN FILLER SERAT ALAM

Nama : Yuli Damayanti
NRP : 0251164000008
Departemen : Teknik Material dan Metalurgi
Dosen Pembimbing 1 : Ir. Moh. Farid, DEA.
Dosen Pembimbing 2 : Diah Susanti, S.T., M.T., Ph. D.

Abstrak

Saat ini banyak sekali permasalahan yang terjadi salah satunya adalah kebisingan. Kebisingan tersebut dapat direduksi dengan menggunakan material yang dapat meredam dan menyerap suara. Material penyerap suara yang biasa digunakan adalah material berpori untuk mengurangi kebisingan. Salah satu material yang digunakan yaitu material-material dari serat alam karena memiliki banyak keunggulan daripada serat sintetik. Tujuan review pada review ini adalah menganalisa pengaruh ukuran serat alam terhadap kemampuan absorpsi suara. Bahan yang digunakan pada review paper ini diantaranya serat bambu, serat kelapa, dan serat rami. Pengujian yang digunakan yaitu pengujian SEM dan absorpsi suara. Dimana hasil yang didapatkan bahwa ukuran serat alam sangat berpengaruh terhadap nilai penyerapan. Dengan hasil penyerapan suara maksimum pada ukuran serat mikro sebesar 0,99 di frekuensi 1000 Hz pada jenis serat bambu dan serat kelapa, hasil tersebut bisa digunakan untuk aplikasi penyerap suara pada ruangan akustik. Sedangkan hasil penyerapan suara maksimum pada serat ukuran makro sebesar 0,5-0,6 di frekuensi 1500-2000 Hz pada serat bambu dan rami. Frekuensi 1500-2000 Hz bisa digunakan pada aplikasi otomotif juga.

Kata Kunci: *Serat alam, koefisien absorpsi suara, serat bambu, serat kelapa, serat rami*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

REVIEW THE EFFECT OF FIBER SIZE ON SOUND ABSORPTION ABILITY IN COMPOSITE WITH NATURAL FIBER FILLERS

Student Name : Yuli Damayanti
NRP : 0251164000008
Department : Material and Metallurgical Engineering
Advisor 1 : Ir. Moh. Farid, DEA.
Advisor 2 : Diah Susanti, S.T., M.T., Ph. D.

Abstract

Currently there are many problems that occur, one of which is noise. This noise can be reduced by using materials that can reduce and absorb sound. Sound-absorbing materials commonly used are porous materials to reduce noise. One of the materials used is natural fiber because it has many advantages over synthetic fibers. The purpose of this review is to analyze the effect of natural fiber size on sound absorption ability. The materials used in this review paper include bamboo fiber, coconut fiber, and hemp fiber. The test used is SEM testing and sound absorption. Where the results obtained show that the size of natural fibers greatly affects the absorption value. With the maximum sound absorption results at a micro fiber size of 0.99 at a frequency of 1000 Hz for bamboo and coconut fiber types, these results can be used for sound absorbing applications in acoustic rooms. While the maximum sound absorption results on macro-size fibers are 0.5-0.6 at a frequency of 1500-2000 Hz for bamboo and hemp fibers. The 1500-2000 Hz frequency can be used in automotive applications as well.

Keywords: Natural fiber, sound absorption coefficient, bamboo fiber, coconut fiber, hemp fiber

(This page is intentionally left blank)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “**REVIEW PENGARUH UKURAN SERAT TERHADAP KEMAMPUAN ABSORPSI SUARA PADA KOMPOSIT DENGAN FILLER SERAT ALAM**”. Laporan ini disusun dan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan studi di Departemen Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Allah SWT karena dengan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan banyak doa, dukungan dan motivasi untuk terus berkarya.
3. Bapak Moh. Farid, DEA selaku pembimbing I tugas akhir yang telah membimbing, memberi saran dan arahan serta nasihat dalam pelaksanaan tugas akhir berupa review paper dan penyusunan laporan review paper tugas akhir ini.
4. Ibu Diah Susanti, S.T., M.T., PhD selaku pembimbing II yang telah membimbing, memberi saran dan arahan serta nasihat dalam pelaksanaan tugas akhir berupa review paper dan penyusunan laporan review paper tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Sigit Tri Wicaksono, S.Si, M.Si selaku Kepala Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTIRS-ITS.
6. Bapak Moh. Farid, DEA selaku dosen wali penulis yang senantiasa memberikan arahan selama masa perkuliahan.
7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTIRS-ITS.

Penulis menyadari bahwa laporan *paper review* ini masih mempunyai banyak kekurangan yang tidak penulis sadari. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan agar karya berikutnya dapat lebih baik. Harapan

penulis semoga laporan tugas akhir berupa paper review ini dapat bermanfaat dan dimanfaatkan sebaik – baiknya.

Surabaya, 05 Agustus 2020
Penulis

Yuli Damayanti

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
Abstrak	vii
Abstract	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan <i>Paper Review</i>	2
1.3 Batasan <i>Paper Review</i>	2
1.4 Tujuan <i>Paper Review</i>	3
1.5 Manfaat <i>Paper Review</i>	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Komposit.....	5
2.1.1 Pengertian Komposit.....	5
2.1.2 Jenis-Jenis Komposit.....	6
2.1.3 Komposisi Komposit.....	7
2.2 Ukuran Diameter Serat.....	9
2.3 Serat Alam.....	10
2.3.1 Selulosa.....	11
2.3.2 Lignin.....	12
2.3.3 Hemiselulosa.....	13
2.4 Material Akustik.....	14
2.5 Material Penyerap Suara.....	14
2.6 Koefisien Absorpsi Suara.....	16
2.7 <i>Sound Pressure Level</i>	19
2.8 Aplikasi.....	19
BAB III METODOLOGI <i>PAPER REVIEW</i>	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil.....	27

4.2	Pembahasan	33
4.3	Kritisasi Jurnal.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.3	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN.....		45
UCAPAN TERIMA KASIH.....		53
BIODATA PENULIS.....		55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur kimia selulosa	12
Gambar 2.2	Struktur Kimia Lignin	13
Gambar 2.3	Struktur kimia hemiselulosa	13
Gambar 2.4	Tiga tipe material berpori	15
Gambar 2.5	Mekanisme Penyerapan Suara.....	16
Gambar 2.7	Tabung Impedansi untuk Pengukuran Koefisien Absorpsi Suara	18
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian pembahasan jurnal.....	24
Gambar 4.1	Absorpsi suara serat bambu ukuran 1, 2, 3 dan 4 cm	27
Gambar 4.2	Nilai absorpsi suara pada komposit serat bambu..	28
Gambar 4.3	Nilai koefisien absorpsi suara pada komposit serat Sabut	30
Gambar 4.4	Nilai koefisien absorpsi suara pada komposit serat Sabut	30
Gambar 4.5	Nilai koefisien absorpsi suara serat kelapa.....	31
Gambar 4.6	Nilai koefisien absorpsi suara serat rami	32
Gambar 4.7	Nilai koefisien absorpsi suara pada komposit ramie, jute, dan flax	32
Gambar 4.8	Hasil SEM pori pada serat alam (a) Serat rami (b) Serat bambu (c) Serat kelapa	35

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi kimia serat alam.....	11
Tabel 2.2	Karakteristik serat alam	11
Tabel 2.3	Intensitas tekanan bunyi berdasarkan Desibel	21
Tabel 2.4	Aplikasi material penyerap suara berdasarkan frekuensi.....	21
Tabel 3.1	Material dan ukuran serat	24
Tabel 4.1	Nilai koefisien absorpsi suara pada serat bambu dengan ukuran 50 μm (Farid dkk., 2015)	29
Tabel 4.2	Nilai absorpsi suara pada serat alam.....	33
Tabel 4.3	Persentase porositas dari serat alam	36

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan dalam perekonomian di suatu negara merupakan suatu keberhasilan dalam hal segi pembangunan. Hal ini menyebabkan semakin tinggi jumlah kendaraan, dimana semakin meningkatnya jumlah kendaraan menimbulkan permasalahan lingkungan yang mempengaruhi kenyamanan dalam beraktivitas. Salah satu bentuk permasalahan tersebut yaitu polusi suara berupa kebisingan. Kebisingan merupakan suara yang tidak dikehendaki, kebisingan yaitu bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Kebisingan yang lebih dari 80 desibel (dB) bisa berbahaya bagi manusia, ini sudah di klaim oleh beberapa peneliti sebelumnya (Karuppiyah dkk., 2017)

Banyak upaya yang digunakan untuk mengurangi kebisingan salah satunya dengan menggunakan bahan-bahan penyerap suara atau biasanya disebut material *sound absorption*. Material penyerap suara biasanya harus terbuat dari bahan yang berpori, dimana pori-pori ini akan menyerap bunyi yang lebih besar dibandingkan dengan bahan yang lainnya. Dengan adanya pori-pori ini maka gelombang bunyi akan dapat masuk ke dalam material tersebut. Energi suara yang diserap oleh bahan akan dikonversikan menjadi bentuk energi lainnya, pada umumnya diubah ke energi kalor (Wirajaya dkk., 2007).

Seiring dengan adanya berbagai inovasi yang dilakukan dalam bidang material, serat alam sering dikembangkan. Hal ini dikarenakan material serat alam memiliki kelebihan yaitu memiliki sifat fisik yang bagus, kandungannya melimpah di alam, ramah lingkungan serta biaya produksi lebih rendah. Faktor yang mempengaruhi penyerapan suara serat alam yaitu ukuran serat, porositas, densitas dan ketebalan. Jumlah, ukuran, dan 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 (Seddeg dkk., 2009).

Sumber kebisingan tertinggi pada kehidupan manusia adalah mesin-mesin kendaraan bermotor. Untuk mengurangi kebisingan dari luar kendaraan bermotor tersebut, digunakan material penyerapan suara. Material penyerap suara juga mempunyai peranan penting dalam akustik ruangan, perancangan studio rekaman, ruang perkantoran, sekolah dan ruangan-ruangan yang lain untuk mengurangi kebisingan. Sehingga pada *paper review* ini, dianalisa pengaruh ukuran serat alam terhadap kemampuan menyerap suara. Variabel pada penelitian ini adalah ukuran serat mikro dan makro.

1.2 Perumusan *Paper Review*

Adapun perumusan masalah dalam *paper review* ini adalah bagaimana pengaruh ukuran serat alam terhadap nilai absorpsi suara (α) pada komposit?

1.3 Batasan *Paper Review*

Adapun batasan masalah dalam *paper review* ini adalah sebagai berikut.

1. *Review* ini hanya membahas mengenai ukuran serat makro dan mikro.
2. *Review* ini tidak membahas perbedaan matriks yang digunakan.
3. *Review* ini tidak membahas mengenai perbedaan metode sintesis yang digunakan.
4. *Review* ini tidak membahas mengenai perbedaan komposisi yang digunakan.

1.4 Tujuan *Paper Review*

Adapun tujuan dari *paper review* ini adalah menganalisis pengaruh ukuran serat alam terhadap nilai absorpsi suara (α) pada komposit.

1.5 Manfaat *Paper Review*

Paper review ini berisi tentang informasi material yang dapat digunakan untuk aplikasi otomotif dan ruangan akustik sehingga bisa digunakan sebagai referensi pada penelitian komposit berbasis serat alam untuk aplikasi otomotif dan aplikasi ruangan akustik.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

2.1.1 Pengertian Komposit

Komposit didefinisikan sebagai kombinasi dua material yang memiliki bentuk, komposisi yang berbeda dimana material tersebut tidak saling melarutkan (Maryanti dkk., 2011)

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat mekanik dari material komposit dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu:

a. Faktor Matriks

Matriks memiliki fungsi sebagai pengikat serat, melindungi serat dari faktor lingkungan, melindungi serat dari kerusakan dan membantu mendistribusikan tegangan ke serat. Meskipun pada umumnya matriks memiliki sifat mekanik yang lebih rendah dibandingkan dengan serat, tapi matriks dapat mempengaruhi banyak sifat mekanik komposit seperti modulus elastisitas, modulus geser, kekuatan tekan, kekuatan geser interlaminar, koefisien ekspansi termal, dll

b. Faktor Serat

Faktor serat yang mempengaruhi sifat mekanik yaitu:

- Panjang : Serat bisa panjang atau pendek. Serat yang panjang dapat diorientasikan dan di proses, namun pada serat pendek tidak dapat dikontrol sepenuhnya untuk orientasi yang sesuai. Serat yang panjang memiliki banyak manfaat dibandingkan serat pendek.
- Orientasi : Serat yang berorientasi pada satu arah memiliki kekakuan yang sangat tinggi dibandingkan serat yang berorientasikan lebih dari satu arah, namun serat yang berorientasikan lebih dari satu arah akan mempunyai kekakuan tinggi dan kekuatan dalam setiap arah orientasi serat.
- Bentuk : Bentuk serat sangat mempengaruhi kekuatan mekanik komposit

- Bahan : Bahan serat dapat mempengaruhi sifat mekanik komposit, serat pada umumnya diharapkan memiliki modulus dan kekuatan elastis yang tinggi.
- c. **Faktor Selain Serat dan Matriks**
Faktor-faktor selain serat dan matriks yang mempengaruhi sifat mekanik yaitu:
 - Fiber-matriks menentukan seberapa baik dapat mentransfer beban ke serat. Reaksi kimia, mekanis dan ikatan dapat terbentuk pada permukaan. Pada beberapa kasus terdapat lebih dari satu jenis ikatan yang terjadi.
 - Ikatan kimia yang terbentuk antara permukaan serat dan matriks
 - Koefisien ekspansi termal dari matriks lebih tinggi dibandingkan serat, ini menyebabkan matriks akan menekan di sekitar serat.
 - Ikatan dari reaksi yang terjadi ketika atom atau molekul dari matriks dan serat satu sama lain berdifusi di permukaan, interdifusi ini membuat permukaan yang berbeda dan disebut interfase dengan sifat yang berbeda antara matriks dan serat (Kaw, 2006)

2.1.2 Jenis-Jenis Komposit

Berdasarkan jenis penguatnya, komposit dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

1. Komposit Partikel merupakan komposit yang tersusun dari penguat (*reinforced*) diskontinyu yang berbentuk partikel dan matriks kontinyu, fiber pendek atau *whiskers*
2. Komposit serat merupakan komposit yang tersusun atas beberapa lapisan lamina berpenguat diantaranya lapisan lamina berpenguat fiber atau partikel atau lamina logam atau kombinasi lain dari lamina-lamina dengan material yang berbeda, dimana lapisan tersebut saling terikat.

Berdasarkan jenis matriksnya, komposit dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

1. *MMC (Metal Matriks Composite)* yaitu salah satu jenis komposit yang menggunakan atau matriks logam.
2. *CMC (Ceramic Matriks Composite)* yaitu salah satu jenis komposit yang menggunakan matriks keramik, CMC merupakan material yang memiliki dua fasa dimana satu fasa berfungsi sebagai penguat dan satu fasa sebagai matriks.
3. *PMC (Polymer Matriks Composite)* yaitu salah satu jenis komposit yang menggunakan matriks polimer, polimer ini merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit karena memiliki sifat lebih tahan terhadap korosi dan lebih ringan.

Berdasarkan penempatannya, serat pada komposit dibedakan menjadi 3 tipe diantaranya:

1. *Continuous Fibre Composite* yaitu tipe komposit yang mempunyai serat panjang dan lurus, seperti membentuk lamina diantara matriksnya.
2. *Woven Fibre Composite (bi-directional)* yaitu tipe komposit yang tidak mudah dipengaruhi oleh pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya mengikat antar lapisan.
3. *Composite* yaitu tipe komposit yang memiliki serat pendek. Tipe ini dibedakan lagi menjadi 3 jenis:
 - a) *Aligned discontinuous fibre*
 - b) *Off-axis aligned discontinuous fibre*
 - c) *Randomly oriented discontinuous fibre*

2.1.3 Komposisi Komposit

Komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur yaitu serat (*fiber*) dan bahan-bahan pengikat serat yang biasa disebut matriks. Di dalam komposit serat merupakan unsur utama, serat ini yang dapat menentukan karakteristik bahan kompositnya, seperti kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat lainnya. Matriks

dipilih dari bahan-bahan yang liat dan lunak, matriks bertugas melindungi serta mengikat serat supaya dapat bekerja dengan baik.

Material komposit menggabungkan keunggulan kekuatan dan kekakuan serat dengan massa jenis matriks yang rendah. Hasilnya yaitu material yang ringan namun kuat dan kaku, disamping itu komposit memiliki kelebihan diantaranya mampu menggantikan material logam (Kekuatan tinggi), rasio antara kekuatan dan densitasnya cukup tinggi (ringan), murah, proses pengerjaan sangat sederhana dan tahan korosi (Tri dkk., 2019). Komposisi dari material komposit terdiri dari 2 bahan, diantaranya:

a. Serat

Di dalam komposit, serat berperan sebagai penyangga kekuatan dari struktur komposit, beban awalnya diterima oleh matriks kemudian di diteruskan ke serat oleh karena itu serat harus memiliki kekuatan tarik dan elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan matriks. Serat pada umumnya terdiri dari 2 jenis yaitu serat alam dan serat sintetis. Serat alam merupakan serat yang dapat langsung diperoleh dari alam yakni tumbuh-tumbuhan dan binatang, serat ini sudah banyak digunakan oleh manusia diantaranya sutera, wol, kapas, pelepah pisang, sabut kelapa, ijuk, bambu, nanas dll. Keunggulan dari serat ini dibandingkan serat sintetis yaitu memiliki densitas rendah, harga lebih murah, ramah lingkungan, dan tidak beracun. Serat alam memiliki kelemahan dimana ukuran serat yang tidak seragam, kekuatan serat sangat dipengaruhi oleh usia. Serat sintetis mempunyai beberapa kelebihan yaitu sifat dan ukurannya yang relatif seragam, kekuatan serat bisa diusahakan sama sepanjang serat, serat ini yang sudah digunakan diantaranya serat gelas, serat karbon, kevlar, nylon dll (Schwartz, 1984)

b. Matriks

Menurut Gibson dkk., (1994), matriks di dalam struktur komposit dapat berasal dari bahan polimer, logam, maupun

keramik. Matriks merupakan fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar. Syarat utama yang harus dimiliki oleh bahan matriks adalah bahan tersebut harus bisa meneruskan beban, sehingga serat bisa melekat pada matriks dan kompatibel antara serat dan matriks.

Fungsi dari matriks diantaranya:

1. Mengikat serat menjadi satu kesatuan struktur
2. Melindungi serat dari kerusakan akibat kondisi lingkungan
3. Mentransfer dan mendistribusikan beban ke filler
4. Menyumbang beberapa sifat seperti: kekakuan, ketangguhan, dan tahanan listrik.

Berdasarkan dari penyusunnya matriks dibedakan menjadi 2 yaitu matriks organik dan non organik. Matriks organik merupakan matriks yang terbuat dari bahan-bahan organik, matriks ini secara umum banyak digunakan karena penggunaannya menjadi komposit mudah dan cepat serta biaya yang rendah, salah satu contoh matriks organik adalah resin polyester. Sedangkan matriks inorganik merupakan matriks yang terbentuk dari bahan logam, matriks ini pada umumnya memiliki nilai berat dan kekuatan tinggi.

2.2 Ukuran Diameter Serat

Serat memiliki beberapa ukuran yang bisa digunakan dalam proses pembuatan komposit. Ukuran serat terdiri dari ukuran nano, mikro dan makro. Ukuran serat nano adalah ukuran serat yang memiliki diameter dalam nanometer yakni 1-100 nm dan memiliki panjang antara ratusan sampai ribuan nanometer, termasuk nanokomposit yang ringan dan memiliki kekuatan besar dengan biaya yang sangat murah. Nanoselulosa juga banyak digunakan sebagai *filler* penguat pada berbagai polimer antara lain polietilen, karet alam dan polipropilen.

Sedangkan serat mikro adalah ukuran serat dengan diameter dalam mikrometer yakni 10-200 μm dan memiliki panjang antara ratusan mikrometer. Mikroselulosa banyak

digunakan sebagai *filler* penguat pada berbagai material komposit penyerap suara karena memiliki nilai penyerapan suara yang cukup bagus. Ukuran serat yang memiliki nilai rentang diluar ukuran serat mikro biasanya disebut dalam kategori serat makro (Ioelovich dkk., 2012)

2.3 Serat Alam

Serat alam merupakan serat yang dapat diambil dan dapat ditemukan di alam. Banyak sekali serat alam yang bisa diambil dan digunakan pada kondisi yang tidak membutuhkan nilai tegangan yang tinggi. Menurut fakta, *kingdom* sayuran merupakan sumber terbesar untuk mendapatkan serat alam. Serat selulosa umumnya dapat ditemukan di alam pada beberapa jenis serat alam diantaranya serat kelapa, serat bambu, kapas, tanaman *flax*, goni, tanaman rami, dan tanaman lidah buaya. Serat pada tanaman tersebut secara umum telah banyak digunakan pada industri pembuatan kertas (Chawla dkk., 1998).

Menurut Chandrabakty dkk., (2011) terdapat beberapa alasan menggunakan serat alam sebagai penguat komposit sebagai berikut :

- a. Lebih ramah lingkungan dan biodegradable dibandingkan dengan serat sintetis
- b. Berat jenis serat alam lebih kecil
- c. Memiliki rasio berat-modulus lebih baik dari serat E-glass
- d. Komposit serat alam memiliki daya redam akustik yang lebih tinggi dibandingkan komposit serat E-glass dan serat karbon

Saat ini serat bambu banyak dimanfaatkan untuk kerajinan, alat musik, struktural, dan juga tekstil. Sebagai sumber serat, bambu dalam bentuk *bundle* memiliki kandungan selulosa sebesar 60,8% dan lignin 32,2% dengan kekuatan berkisar 140-800 MPa (Liu dkk., 2012). Komposisi kimia dan karakteristik dari beberapa serat alam dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Komposisi kimia serat alam (Lilholt dkk., 2000)

Nama	Selulosa (%)	Hemi Selulosa (%)	Lignin (%)
Coir	70	0,15-0,25	30
Bamboo	70-80	0,5	33
Ramie	68	13,1-16,7	0,6-0,8

Tabel 2.2 Karakteristik serat alam (Suryanto dkk., 2017)

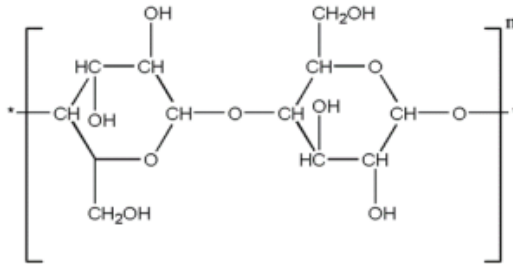
<i>Fiber</i>	Densitas (gr/cm ³)	Diameter (μm)	E Modulus (Gpa)	Tensile Strength (Mpa)
Coir	1,15-1,2	200-460	4	131-175
	1,3-1,46	100-150	6	200-220
Bamboo	0,6-0,8	200-250	2,8-17	140-230
	0,9-1,1	20-150	11-32	250-800
Ramie	1,2-1,4	200-900	27,6	345-1035
	1,5-1,6	50-180	61,5	1050

2.3.1 Selulosa

Selulosa adalah polisakarida semi-kristal yang muncul di alam dalam bentuk serat. Serat selulosa merupakan serat yang memiliki struktur kristalin. Komponen utama serat adalah holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa) yang memiliki gugus hidroksil sehingga bersifat polar hidrofilik dan mudah berikatan dengan air.

Selulosa memiliki fungsi mekanis yang penting dalam tumbuhan, bakteri, jamur, alga, dan pada beberapa hewan.

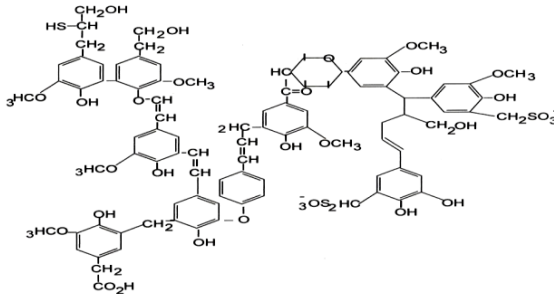
Selulosa, lignin dan hemiselulosa merupakan komponen penyusun tumbuhan yang berfungsi membentuk bagian struktural dan sel tumbuhan. Struktur kimia selulosa dapat ditunjukkan pada Gambar 2.1 (Chen dkk., 2014)



Gambar 2.1 Struktur kimia selulosa (Chen dkk., 2014)

2.3.2 Lignin

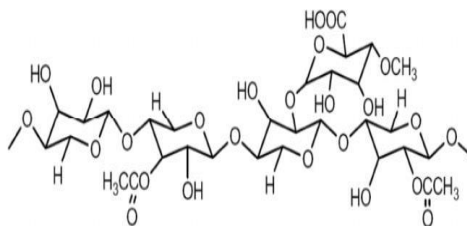
Lignin merupakan polimer alami yang memiliki fungsi utama sebagai perekat pada lapisan tumbuhan. Lignin berifat *hydrophobic* secara alami dan memiliki gugus fungsi seperti hidroksi, karbonil dan metoksi serta memiliki kelarutan yang rendah terhadap air sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai perekat dan plastik *biodegradable* (Chuah and Ibrahim, 2004). Lignin mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen dan oksigen. Kandungan karbon pada lignin terisolasi yaitu sebesar 60,2- 67,5% dan kandungan hydrogen 4,5-6,4%. Lignin sangat stabil dan sukar untuk dipisahkan dan mempunyai bentuk yang bermacam-macam karenanya susunan lignin yang pasti di dalam kayu tetap tidak menentu. Di dalam dinding sel lignin sangat erat hubungannya dengan selulosa dan berfungsi untuk memberikan ketegaran pada sel. Lignin memiliki kandungan gugus-gugus metoksil (OCH_3) dan gugus-gugus hidrosil, serta lignin merupakan gugus fenolik yang berasal dari alam (Haygreen dan Bowyer, 1996). Struktur kimia lignin dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Struktur Kimia Lignin (Khan dkk., 2006)

2.3.3 Hemiselulosa

Hemiselulosa adalah polisakarida yang mengisi ruang pada serat – serat selulosa dan dapat ditemukan pada dinding sel utama dan sekunder di setiap tanaman. Hemiselulosa terdiri dari partikel kecil dengan ukuran dan bentuk yang tidak konsisten serta permukaan halus dan bersudut. Tidak seperti selulosa, hemiselulosa secara kimiawi tidak homogen. Hemiselulosa pada *hardwood* sebagian besar mengandung *xylans*, sedangkan pada *softwood* sebagian besar mengandung *glucomannans*. Struktur kimia hemiselulosa ditunjukkan pada Gambar 2.9 (Park dkk., 2008).



Gambar 2.3 Struktur kimia hemiselulosa (Park, dkk., 2008)

2.4 Material Akustik

Material akustik adalah material yang mempunyai fungsi untuk menyerap suara atau kebisingan. Pada umumnya semua material mempunyai kemampuan untuk menyerap suara, namun setiap material memiliki kemampuan tingkat daya serap yang berbeda-beda.

Material akustik dibagi dalam tiga kategori dasar, diantaranya: material penyerap (*absorbing material*), material penghalang (*barrier material*), dan material peredam (*damping material*) (Lewis dan Douglas, 1993)

Penyerap suara merupakan suatu hal penting didalam desain akustik dan diklasifikasikan menjadi empat bagian, yaitu:

1. Material berpori (*porous materials*)
2. Membran penyerap (*panel materials*)
3. Rongga penyerap (*cavity resonators*)
4. Manusia dan Furnitur (Felix dkk., 2013)

Besarnya penyerapan bunyi pada suatu material ditentukan oleh nilai koefisien serapan terhadap suara (α). Koefisien penyerap suara merupakan perbandingan nilai energi suara yang diserap material dengan energi suara yang datang. Dapat dilihat pada Persamaan 2.1 rumus dari nilai α

$$\alpha = \frac{\text{Energi suara yang diserap}}{\text{Energi suara yang datang}} \quad (2.1)$$

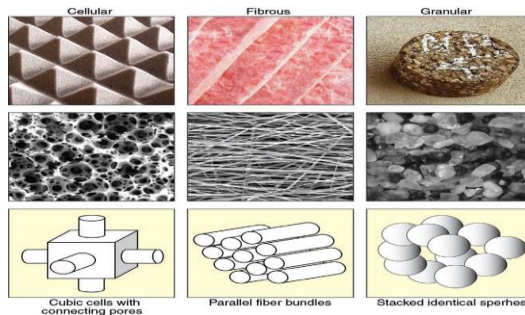
2.5 Material Penyerap Suara

Material penyerap suara adalah material dengan penyerap energi suara yang melewatinya, dimana membuat material ini sangat berguna untuk mengontrol kebisingan. Terdapat beberapa jenis material penyerap suara, material ini memiliki sifat penyerap bergantung pada frekuensi, komposisi, ketebalan, kehalusan permukaan dan metode pembuatan. Material berserat, berpori, dan jenis lain telah diterima sebagai material penyerap suara.

Telah dilakukan berbagai penelitian diseluruh dunia mengenai penggunaan serat alam sebagai material penyerap

suara. Faktor yang mempengaruhi penyerapan suara serat alam yaitu ukuran serat, porositas, densitas dan ketebalan. Jumlah, ukuran, dan tipe pori merupakan faktor yang penting untuk mempelajari mekanisme absorpsi suara dalam material berpori. Agar bunyi dapat terdispersi oleh gesekan, gelombang suara harus memasuki material berpori. Maka harus terdapat pori pada permukaan material agar suara dapat melalui dan terserap (Seddeq dkk., 2009).

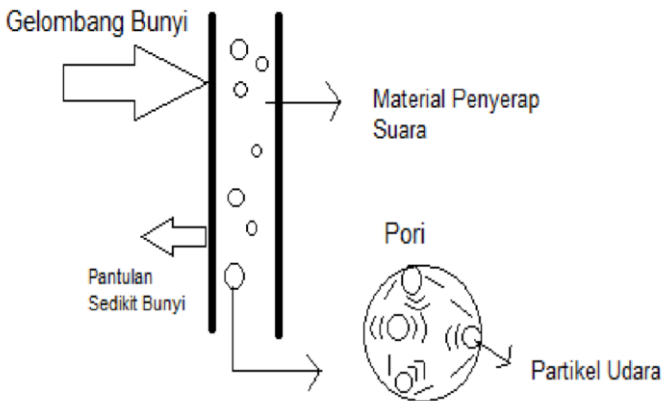
Porous pada komposit dihasilkan dari proses aglomerasi serat dan matriks akibat pencampuran yang tidak sempurna. Aglomerasi disebabkan oleh ikatan *van der waals* yang terjadi antar partikel dalam komposit (Othman dkk., 2011). Material penyerap berpori diklasifikasikan menjadi tiga diantaranya sebagai selular, serat dan granular pada konfigurasi mikroskopisnya. Material penyerap suara terdiri dari lubang kecil sebagai jalan masuk gelombang. Contoh dari jenis material selular adalah *polyurethane* dan *foam*, sementara material serat biasanya terdiri dari serat alami dan serat sintetis dan contoh dari material granular yaitu asphalt, tanah liat, pasir, dll (Jorge dkk., 2010)



Gambar 2.4 Tiga tipe material berpori (Jorge dkk., 2010)

2.6 Koefisien Absorpsi Suara

Koefisien absorpsi suara adalah besaran nilai penyerapan suara pada material. Pengujian absorpsi suara bertujuan untuk mendapatkan nilai koefisien absorpsi suara. Nilai α bersikar antara 0 sampai 1, semakin mendekati 1 maka sifat material dalam menyerap dan meredam bunyi semakin baik. . Jika α bernilai 0 maka tidak ada bunyi yang diserap oleh material tersebut sedangkan jika α bernilai 1 maka 100 % bunyi yang datang diserap oleh material tersebut. Dapat dilihat bahwa nilai koefisien abropsi suara terhadap frekuensi tiap spesimen berbeda-beda. Ini dikarenakan perbedaan komposisi yang menyebabkan perbedaan kerapatan ataupun ketidak homogenan spesimen (Yusuf dkk., 2016).



Gambar 2.5 Mekanisme Penyerapan Suara (Parthraj dkk., 2014)

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 (Parthraj dkk., 2014).

Konduksi *thermal* dalam material membuat energi akustik bertransformasi menjadi energi thermal. Vibrasi serat juga menyebabkan disipasi energi akustik (Peng dkk., 2014). Mekanisme penyerapan suara ditunjukkan oleh gambar 2.5.

Fenomenologi model perambatan suara dalam material berpori, untuk memperkirakan koefisien absorpsi akustik. Allard dan Champoux (2019) mendefinisikan modul bulk dan density yang setara, persamaannya sebagai berikut:

$$\rho(\omega) = \alpha_{\infty} \rho_0 \left[1 + \frac{\sigma \phi}{j \omega \rho_0 \alpha_{\infty}} \left(1 + \frac{4i \alpha_{\infty}^2 \eta \omega \rho_0}{(\sigma \Lambda \phi)^2} \right)^{1/2} \right] \quad (2)$$

$$K(\omega) = k p_0 \left(k - (k - 1) \left[1 + \frac{8 \eta \alpha_{\infty} \phi}{\Lambda'^2 \phi i \omega \rho_0 \alpha_{\infty} N_{pr}} \left(1 + \frac{4i \alpha_{\infty}^2 \eta N_{pr} \omega \rho_0}{(\sigma' \Lambda' \phi)^2} \right)^{1/2} \right]^{-1} \right)^{-1} \quad (3)$$

Parameter fisik sampel meliputi resistivitas aliran udara σ [Ns / m⁴], porositas ϕ [-], tortuositas α_{∞} [-], panjang karakteristik kental Λ [μ m] dan panjang karakteristik termal Λ' [μ m]. Sedangkan ρ_0 menunjukkan densitas udara [kg / m³], N_{pr} adalah Prandtl nomor [0,71], η adalah viskositas udara [1,85 x 10⁻⁵], k adalah rasio kapasitas kalor jenis [1,4] dan ω adalah kecepatan sudut [1 / dtk].

Untuk menyatakan impedansi karakteristik $Z_c \delta \omega \Phi$ dan karakteristik bilangan gelombang $K \omega$, impedansi akustik permukaan Z dapat diperkirakan persamaan 2.4, 2.5, 2.6 dan 2.7

$$Z_c(\omega) = \frac{1}{\phi} \sqrt{\rho(\omega)} \cdot K(\omega) \quad (2.4)$$

$$K_c(\omega) = \omega \sqrt{\frac{\rho(\omega)}{K(\omega)}} \quad (2.5)$$

$$Z = Z_c(\omega) \cdot \cot(K_c(\omega) \times d) \quad (2.6)$$

$$R = \frac{Zs - \rho_0 c_0}{Zs + \rho_0 c_0} \quad (2.7)$$

Dimana R adalah koefisien refleksi tekanan suara; Zs adalah permukaan impedansi; d adalah ketebalan sampel. Koefisien absorpsi dihitung dengan menggunakan persamaan 2.8

$$\alpha = 1 - |R|^2 \quad (2.8)$$

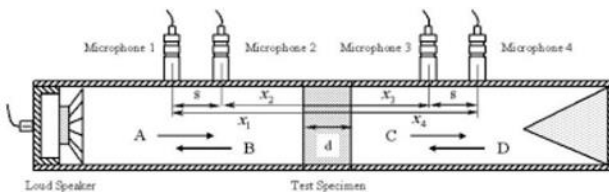
Sehingga didapatkan rumus secara sederhana yang ditunjukkan pada persamaan 2.10, dimana $0 \leq \alpha \leq 1$,

$$\alpha = \frac{\text{absorbed sound energy}}{\text{incident sound energy}} = 1 - |R|^2. \quad (2.10)$$

Dan juga menyajikan tingkat kesalahan prediksi (PERs) dari data yang diperoleh dari model JCA untuk setiap sampel dalam rentang frekuensi antara 125Hz dan 6,3 kHz dihitung dengan persamaan 2.9

$$PER = \frac{|\alpha_m - \alpha_p|}{\alpha_m} \quad (2.9)$$

Dimana α_m dan α_p adalah koefisien absorpsi yang diukur dan diprediksi, masing-masing.



Gambar 2.6 Tabung Impedansi untuk Pengukuran Koefisien Absorpsi Suara (ASTM E1050,1998).

2.7 *Sound Pressure Level*

Sound pressure level atau tingkat tekanan suara adalah indikator yang paling umum digunakan untuk kekuatan gelombang akustik. Hal ini sama dengan persepsi manusia tentang kenyaringan suatu suara dan diukur dengan mudah menggunakan instrument yang relatif murah.

Tekanan suara referensi, seperti intensitas, diatur ke ambang pendengaran manusia sekitar 1000Hz untuk remaja. Ketika tekanan suara sama dengan referensi, level yang dihasilkan adalah 0 dB. Rumus tingkat tekanan suara ditunjukkan dengan persamaan 2.10 (Long, dkk 2014)

$$SPL = 10 \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 \quad (2.11)$$

Dimana:

P = sound pressure (Pa)

Po = tekanan referensi, 2×10^{-5} Pa

2.8 **Aplikasi**

Komposit merupakan perpaduan antara dua komponen atau lebih yang membentuk suatu ikatan mekanik dan menghasilkan sifat mekanik, fisik dan kimia yang lebih baik dari komponen penyusunnya. Aplikasi komposit sangat luas mulai dari bidang bangunan, otomotif, kosmetik, obat-obatan dan lain-lain. Dalam bidang struktur dan bangunan komposit dapat dibuat menjadi genteng yang ramah lingkungan atau lantai yang kekuatan mekaniknya sangat baik.

Aplikasi komposit berpenguat serat juga sangat baik dalam hal peredam suara. Tak heran jika pengembangan material akustik sangat gencar baik pada bidang otomotif sebagai *dashboard* dan konstruksi sebagai panel. Selain sebagai material peredam suara, komposit berpenguat serat memiliki potensi sebagai material anti radar.

Bahan komposit yang terbuat dari serat alami dan matriks polimer memberikan sifat sinergis, meningkatkan kekuatan dan daya tahannya. Bahan-bahan ini cocok untuk mencapai

komponen interior otomotif, dimana selain beratnya yang rendah juga memiliki kekakuan yang tinggi dan isolasi panas dan suara yang baik. Elemen internal kendaraan yang paling penting termasuk panel pintu internal mobil (E. Eskezia,2017).

Door Trim pada mobil yang merupakan bagian interior mobil yang sedang gencar dikembangkan dalam pembuatan mobil masa depan. Dimana komponen interior dan eksterior mobil masa depan diharapkan mampu dengan mudah di daur ulang. Selain itu juga dengan harapan mampu menekan biaya pembuatan dan juga beban total untuk mendukung mobil yang memiliki berat lebih ringan. Henry Ford pertama kali memulai sekaligus menjadi inisiator penggunaan serat alam sebagai bahan baku interior maupun eksterior mobil pada tahun 1940.

Menurut Khou, dkk (2015) frekuensi yang digunakan untuk aplikasi ini termasuk kedalam frekuensi yang sedang yaitu dibawah 4000 Hz, untuk aplikasi pada bidang konstruksi seperti dinding bangunan dibedakan sesuai kebutuhan yang diinginkan yaitu dalam kategori lemah, sedang, keras, sangat keras dan bahaya dan pada penelitian Zhou, dkk 2009 pada aplikasi otomotif bisa digunakan frekuensi 1500-2000 Hz.

Pada beberapa kasus, aplikasi pada material penyerap suara dibagi beberapa jenis aplikasi berdasarkan intensitas bunyi dan frekuensi yang digunakan. Hal itu dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4

Tabel 2.3 Intensitas tekanan bunyi berdasarkan Desibel (Doelle, dkk 1986)

No	Desibel	Aplikasi
1	20-40 dB (Lemah)	Kantor pribadi, rumah dan percakapan yang tenang
2	40-60 dB (Sedang)	Rumah yang bising dan percakapan pada umumnya
3	60-80 dB (Keras)	Kantor yang bising
4	80-100 dB (Sangat keras)	Bising lalulintas
5	100-120 dB	Bising Pabrik

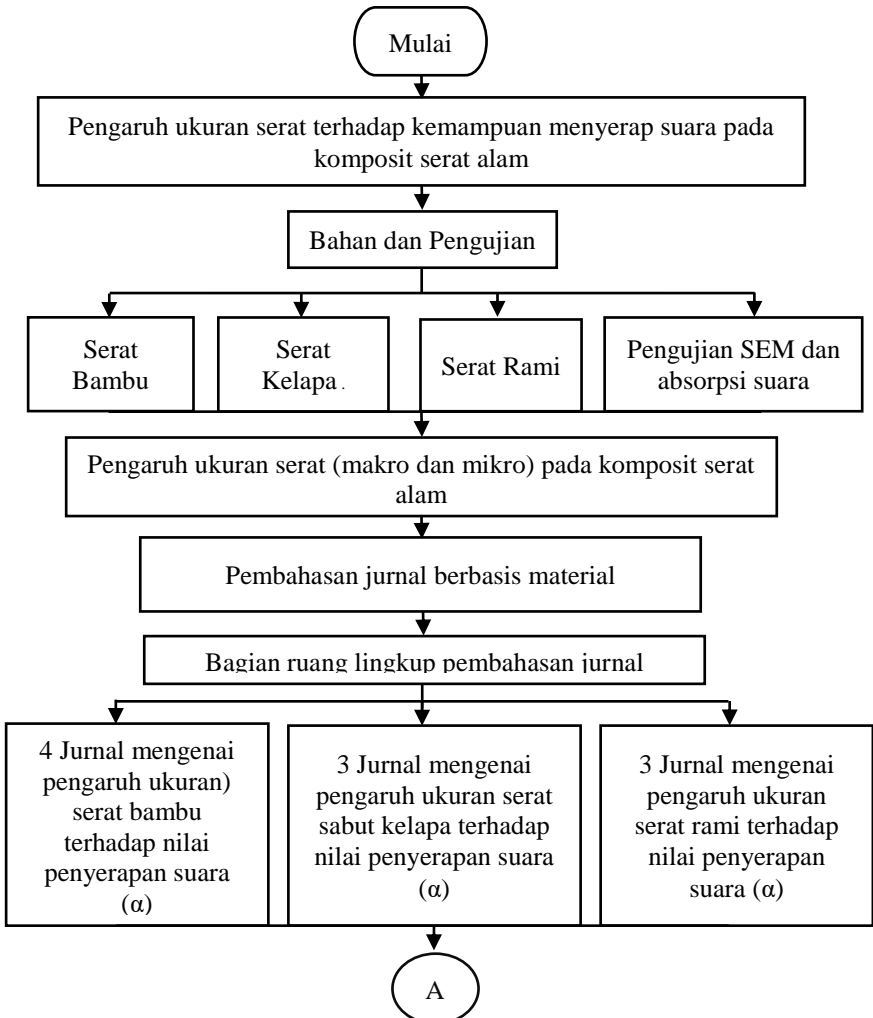
Tabel 2.4 Aplikasi material penyerap suara berdasarkan frekuensi (Howard, dkk 2009)

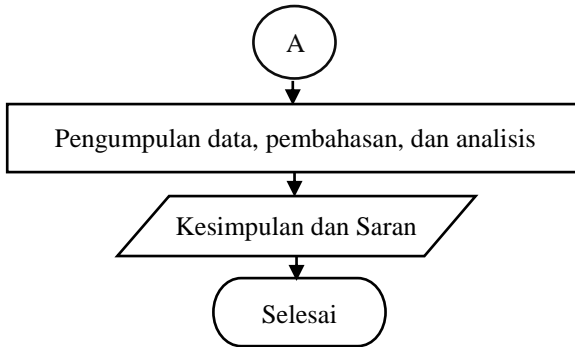
Fekuensi	Aplikasi
Rendah 0-2000 Hz	Digunakan untuk ruang akustik (interior rumah dan kantor, dll)
Sedang 2000-4000 Hz	Digunakan pada lalulintas seperti mobil dan perkantoran
Tinggi >4000 Hz	Digunakan untuk area pabrik yang memiliki intensitas kebisingan sangat tinggi

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI *PAPER REVIEW*

Paper review ini terdiri dari 10 jurnal yang meliputi beberapa jenis komposit serat alam yaitu 4 jurnal serat bambu, 3 jurnal serat sabut kelapa, dan 3 jurnal serat rami.





Gambar 3.1 Diagram alir penelitian pembahasan jurnal

Tabel 3.1 Material dan ukuran serat

Fiber	Ukuran Serat	Referensi
Bambu	50 μm	Farid, dkk (2015)
	90-125 μm	
	125-210 μm	Yahya dkk, (2017)
	210-425 μm	
	1 cm	Khair, dkk (2020)
	2 cm	
3 cm		
Kelapa	0,8 mm	Wong J W, dkk (2017)
	1 mm	Ayub, dkk (2011)
	250 μm	Zulkifli, dkk (2008)
	250 μm	Nor M, dkk (2010)
	200 μm	
Rami	150 μm	Yang W D, dkk (2012)
	100 μm	
	50 μm	Jiangbo L, dkk (2020)
	0,26 mm	

Dalam *paper review* ini, akan dibahas mengenai pengaruh ukuran serat alam terhadap kemampuan menyerap suara. Adapun material yang digunakan yaitu serat bambu, serat kelapa dan serat rami, seperti yang akan dijelaskan pada Tabel 3.1. Secara general untuk sampel yang diperoleh dilakukan pengujian yaitu pengujian absorpsi suara dengan alat tabung impedance. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai penyerapan suara. Dalam *paper review* ini, variabel yang digunakan yaitu berupa ukuran serat terhadap nilai penyerapan suara. Dengan ruang lingkup pembahasan jurnal meliputi 4 jurnal mengenai serat bambu, 3 jurnal mengenai serat kelapa dan 3 jurnal mengenai serat rami. Setelah semua data-data yang dibutuhkan terkumpul, kemudian dilakukan analisis dan pembahasan berdasarkan data tersebut. sehingga nantinya dapat diperoleh kesimpulan dengan tetap mengacu pada rumusan masalah yang ada.

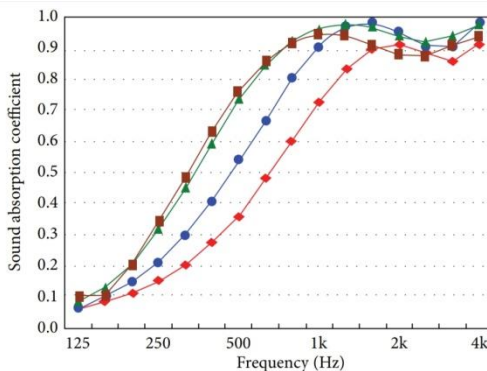
(Halaman Sengaja Dikosongkan)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

A. Hasil koefisien absorpsi suara serat bambu

Pada penelitian Maddu dkk (2012) menunjukkan nilai koefisien absorpsi suara serat bambu. Serat bambu memiliki banyak keunggulan oleh karena itu banyak digunakan sebagai filler dalam komposit. Pada jurnal ini menggunakan beberapa variabel salah satunya adalah variasi ukuran serat yaitu kasar, sedang dan halus. Serat bambu dengan ukuran kasar memiliki nilai absorpsi suara maksimum sebesar 0,88 di frekuensi 2000 Hz, sedangkan untuk absorpsi suara pada ukuran sedang sebesar 0,95 di frekuensi 3200 Hz dan untuk serat bambu dengan ukuran halus memiliki nilai absorpsi suara maksimum di frekuensi 3200 Hz sebesar 0,9.

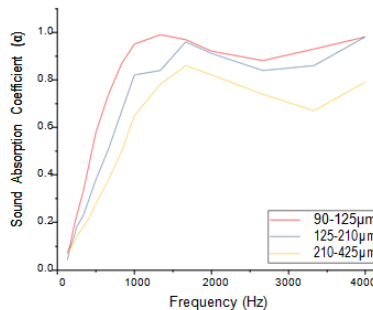


Gambar 4.1 Absorpsi suara serat bambu ukuran 1, 2, 3 dan 4 cm (Khair dkk., 2014)

Hasil penelitian Khair, dkk (2014) dengan ukuran serat yang digunakan yaitu 1 cm, 2 cm, 3 cm dan 4 cm. Pengujian yang digunakan pada penelitian ini menggunakan alat tabung impedance. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa nilai absorpsi

suara maksimum pada serat ukuran 1 cm sebesar 0,9 di frekuensi 1800 Hz, sedangkan untuk nilai absorpsi suara pada ukuran 2 cm sebesar 0,85 di frekuensi 1800 Hz dan untuk ukuran 3 cm sebesar 0,8 di frekuensi 1800 Hz.

Pada penelitian ini serat yang memiliki ukuran 1 cm memiliki nilai koefisien absorpsi suara yang paling bagus. Oleh karena itu, ukuran serat yang semakin kecil memiliki pengaruh terhadap nilai koefisien absorpsi suara pada material.



Gambar 4.2 Nilai absorpsi suara pada komposit serat bambu (Yahya dkk., 2017)

Pada Gambar 4.2, menunjukkan koefisien absorpsi suara pada serat bambu pada jurnal Yahya, dkk (2017). Penelitian pada jurnal ini menggunakan variasi ukurannya adalah (90-125 μm), (125-210 μm), dan (210-245 μm). Serat bambu dengan ukuran (90-125 μm) memiliki nilai absorpsi maksimum sebesar 0,95 pada frekuensi 1750 Hz. Sedangkan pada (125-210 μm) dan (210-245 μm) memiliki nilai absorpsi maksimum sebesar 0,9 pada frekuensi 1750 Hz dan 0,8 pada frekuensi 1750 Hz.

Hasil pada penelitian ini didapatkan bahwa ukuran serat yang semakin kecil memiliki nilai koefisien absorpsi suara paling tinggi berada pada ukuran serat (90-125 μm) yaitu 0,95. Ukuran serat yang digunakan mempengaruhi nilai penyerapan suara pada material, dimana hal ini menyebabkan suatu nilai densitas pada

serat semakin besar dan kemampuan menyerap suaranya semakin besar atau tinggi.

Pada penelitian Farid dkk., (2016) menunjukkan nilai absorpsi suara serat bambu. Ukuran serat yang digunakan pada jurnal ini yaitu 140 μm . Pada penelitian ini ukuran serat setiap pengujian dianggap sama. Pengujian pada penelitian ini menggunakan pengujian absorpsi suara dengan alat tabung *impadance*, absorpsi suara maksimum terjadi di frekuensi 4000 Hz sebesar 0,45

Pada penelitian Farid dkk., (2015) digunakan serat rami dan serat bambu dengan ukuran serat bambu 50 μm , dimana hasilnya yaitu nilai absorpsi suara maksimum terjadi pada frekuensi 1000 Hz sebesar 0,99. Pada hasil ini juga menjadi hasil penelitian tertinggi untuk serat bambu berukuran mikrometer. Hasil ini dapat dilihat pada Tabel 4.1

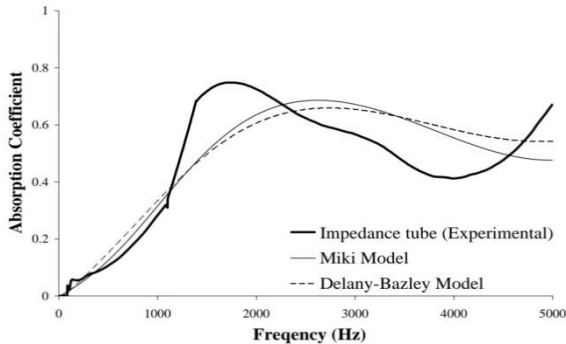
Tabel 4.1 Nilai koefisien absorpsi suara pada serat bambu dengan ukuran 50 μm (Farid dkk., 2015)

Sampel	Frekuensi	Nilai α
1		0,97
2		0,97
3		0,99
4		0,99
5	1000 Hz	0,97
6		0,96
7		0,96
8		0,98

B. Hasil koefisien absorpsi suara serat kelapa

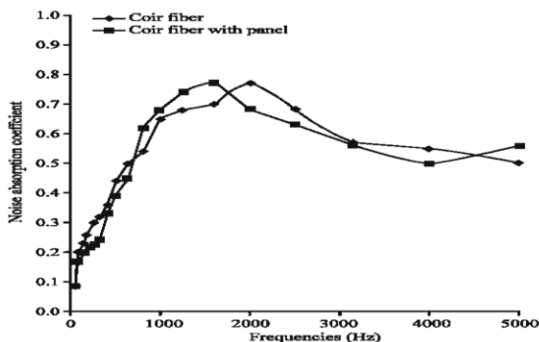
Ayub dkk., (2011) melakukan penelitian terkait dengan ukuran serat sabut kelapa 1 mm dengan menggunakan matriks polyester dimana pengujian pada penelitian ini menggunakan

tabung impedance. Pada Gambar 4.3 nilai koefisien absorpsi suara maksimum terjadi di frekuensi 1500 Hz sebesar 0,75.

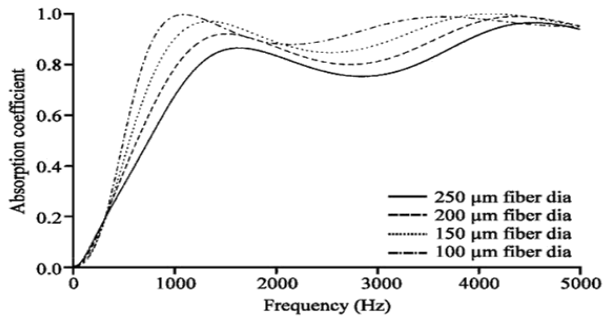


Gambar 4.3 Nilai koefisien absorpsi suara pada komposit serat Sabut (Ayub dkk., 2011)

Pada penelitian Zulkifli dkk., (2008), dijelaskan tentang nilai koefisien penyerap suara pada serat sabut dengan ukuran serat sabut sebesar 250 μm . Dapat dilihat pada Gambar 4.4, nilai absorpsi suara serat sabut maksimum berada di frekuensi 2000 Hz dengan nilai 0,8. Rentang nilai α pada penelitian ini berada pada rentang 0,2-0,8 dengan frekuensi dari 0-5000 Hz.



Gambar 4.4 Nilai koefisien absorpsi suara pada komposit serat Sabut (Zulkifli dkk., 2008)



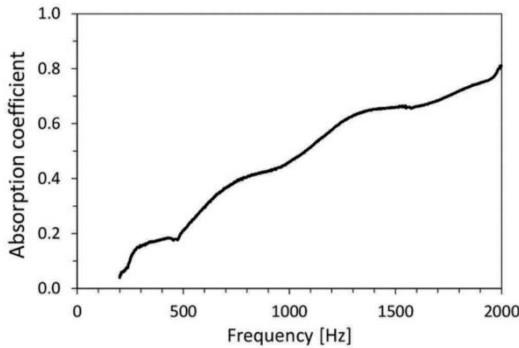
Gambar 4.5 Nilai koefisien absorpsi suara serat kelapa (Nor dkk., 2010)

Dari penelitian Nor, dkk (2010) dijelaskan tentang ukuran serat kelapa pada penyerapan suara. Ukuran yang digunakan adalah mikrometer dengan angka 100 μm , 150 μm , 200 μm dan 250 μm . Hasil dari penelitian ini adalah nilai absorpsi suara pada serat kelapa ukuran 100 μm sebesar 0,99 di frekuensi 1000 Hz, untuk nilai absorpsi suara ukuran 150 μm sebesar 0,95 di frekuensi 1500 Hz, sedangkan hasil absorpsi suara pada ukuran 200 μm sebesar 0,9 pada frekuensi 1800 Hz dan pada ukuran 250 μm adalah 0,8 di frekuensi 1800 Hz.

Pada penelitian ini ukuran serat yang memiliki nilai koefisien absorpsi suara paling tinggi berada pada ukuran serat kelapa 100 μm . Ukuran serat semakin kecil menghasilkan densitas pada meterial semakin besar, hal ini mengakibatkan nilai penyerapan suara semakin besar.

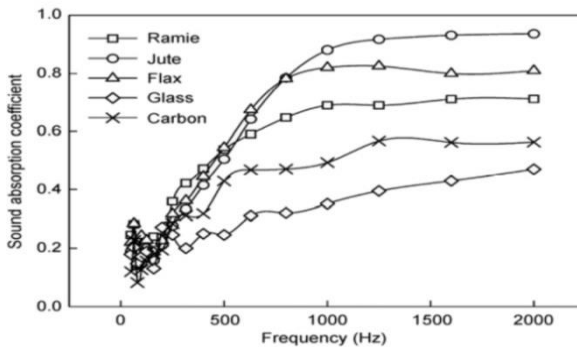
C. Hasil koefisien absorpsi suara serat rami

Pada penelitian Jiangbo dkk., (2020), melakukan penelitian tentang nilai absorpsi suara pada beberapa serat alam rami. Pada penelitian ini digunakan ukuran serat sebesar 0,26 mm dimana pada hasil penelitian tersebut didapatkan nilai absorpsi suara tertinggi berada pada frekuensi 2000 Hz sebesar 0,8 pada serat rami.



Gambar 4.6 Nilai koefisien absorpsi suara serat rami (jiangbo dkk., 2020)

Pada Gambar 4.7 menunjukkan nilai koefisien absorpsi suara pada material ramie, jute dan flax. Gambar 4.13 didapat dari jurnal Yang dkk., (2012) dengan ukuran serat rami sebesar $50\mu\text{m}$, flax sebesar $15\mu\text{m}$ dan jute sebesar $58\mu\text{m}$. Hasil nilai α yang didapat maksimum pada frekuensi 1200-1500 Hz, dimana nilai α serat rami sebesar 0,85 , serat jute sebesar 0,9 dan flax sebesar 0,8.



Gambar 4.7 Nilai koefisien absorpsi suara pada komposit ramie, jute, dan flax (Yang, dkk, 2012)

4.2 Pembahasan

Pembahasan pada *review* jurnal dilakukan dengan ruang lingkup pembahasan jurnal yaitu sebagai berikut,

Tabel 4.2 Nilai absorpsi suara pada serat alam

Jenis serat alam	Ukuran	Nilai α maksimum	Frekuensi optimum (Hz)	Referensi
	50 μm	0,99	1000	Farid dkk., 2015
Bambu	90-125 μm	0,95	1750	Yahya dkk., 2017
	125-210 μm	0,9	1750	
	210-410 μm	0,8	1750	
	1 cm	0,92	1800	Khair dkk., 2014
	2 cm	0,9	1800	
	3 cm	0,85	1800	
	4 cm	0,8	1800	
	0,8 mm	0,5	2000	Wong dkk., 2017
	1 mm	0,75	1500	Ayub dkk., 2011
Kelapa	250 μm	0,85	1800	Zulkifli dkk., 2008
	250 μm	0,8	1800	Nor dkk., 2010
	200 μm	0,9	1800	
	150 μm	0,95	1500	
	100 μm	0,99	1000	
Rami	50 μm	0,85	2000	Yang dkk., 2012
	0,26 mm	0,8	2000	Jiangbo dkk., 2020

Hasil koefisien absorpsi suara serat bambu dan kelapa termasuk ke dalam salah satu jenis serat alam yang memiliki nilai yang paling tinggi yaitu 0,99 di frekuensi 1000 Hz, dimana nilai absorpsi suara memiliki rentang 0 sampai 1. Apabila material memiliki nilai hampir mendekati angka 1 maka dapat dikatakan bahwa material tersebut masuk dalam kategori bagus sebagai material penyerap suara .

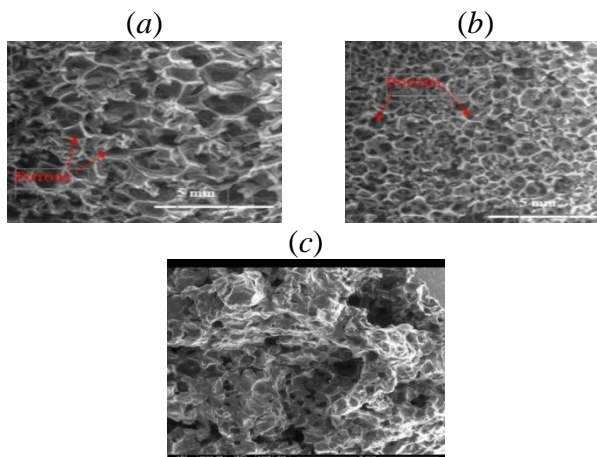
Dapat dilihat pada Tabel 4.2 bahwa semakin kecil ukuran serat maka nilai penyerapan suara pada material semakin besar karena dengan semakin kecilnya ukuran serat akan menghasilkan sifat dari material yang berbeda-beda yaitu pada kerapatan material, kekuatan dan ketahanan bentur pada material. Secara teori ukuran serat semakin kecil akan mengakibatkan nilai kerapatan atau densitas material semakin besar, peningkatan kepadatan pada material menyebabkan peningkatan penyerapan suara.

Namun pada penelitian Wang dkk., (2018) menyatakan kerapatan pada material tidak semuanya menghasilkan nilai penyerapan suara yang tinggi. Salah satu faktornya yaitu *porous*, pada kerapatan serat yang tinggi akan menghasilkan porous pada material kecil. Pada dasar teori dijelaskan bahwa 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 (Parthraj dkk., 2014).

Pori pada serat bisa sangat berpengaruh terhadap penyerapan suara pada materia, hal ini juga dijelaskan pada penelitian Zulfa dkk., 2017 bahwa semakin tinggi persentase porositas pada material maka nilai penyerapan suara makin tinggi. *Porous* dihasilkan dari proses aglomerasi serat dan matriks akibat pencampuran yang tidak sempurna. Aglomerasi disebabkan oleh ikatan van der waals yang terjadi antar partikel dalam komposit (Othman dkk., 2011).

Serat alam memiliki nilai absorpsi suara yang naik turun setiap frekuensi, menurut Sinaga dkk., (2012) Penyerapan suara yang terjadi pada material memiliki perbedaan seiring dengan bertambahnya frekuensi pengujian. Penurunan nilai koefisien absorpsi suara disebabkan karena partikel telah jenuh maka terjadi pembuangan energi yang mengakibatkan koefisien absorpsi menurun. Material akustik cenderung bersifat resesif. Sifat resesif ini adalah ketidaksetabilan penyerapan suara pada frekuensi tertentu, sehingga nilai penyerapan suara bisa naik dan turun.

Serat alam memiliki nilai absorpsi suara yang naik turun setiap frekuensi, menurut Sinaga dkk., (2012) Penyerapan suara yang terjadi pada material memiliki perbedaan seiring dengan bertambahnya frekuensi pengujian. Penurunan nilai koefisien absorpsi suara disebabkan karena partikel telah jenuh maka terjadi pembuangan energi yang mengakibatkan koefisien absorpsi menurun. Material akustik cenderung bersifat resesif. Sifat resesif ini adalah ketidaksetabilan penyerapan suara pada frekuensi tertentu, sehingga nilai penyerapan suara bisa naik dan turun.



Gambar 4.8 Hasil SEM pori pada serat alam (a) Serat rami (Farid dkk., 2016) (b) Serat bambu (Farid dkk., 2016) (c) Serat kelapa (Nor dkk., 2008)

Gambar 4.8 menjelaskan bahwa pada perbesaran tersebut terdapat rongga-rongga yang terlihat banyak dan menyebar merata. Rongga tersebut terbentuk karena serat yang menggumpal ketika bercampur dengan matriks sehingga terjadinya aglomerasi antar matriks dan filler. Penelitian oleh Syafri dkk (2018) menjelaskan bahwa terjadinya aglomerasi tersebut disebabkan karena pencampuran antara matriks dan filler yang tidak bercampur dengan baik sehingga terdapat banyak rongga yang berukuran kecil-kecil dan tersebar merata pada komposit sehingga gelombang suara yang masuk akan lebih banyak diserap oleh pori karena partikel yang bergesekan pada dinding pori akan semakin besar, perubahan energi yang terjadi semakin besar yaitu perubahan energi kalor, dimana perubahan yang semakin besar akan menyebabkan nilai koefisien absorpsi suara (α) pada material semakin besar.

Tabulasi persentase porositas pada serat alam bambu, kelapa dan rami dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Persentase porositas dari serat alam

Fiber	% Area Porositas	Ukuran Serat (μm)	Referensi
Bambu	49,61	50	Khair dkk., 2014
Kelapa	27,15	100	Nor dkk., 2012
Rami	16,72	50	Yang dkk., 2012

Semakin kecil ukuran serat maka kekuatan pada material semakin besar. Nilai impact pada material semakin kecil dengan bertambahnya ukuran serat. Hassan dkk, (2008) yang menyebutkan bahwa nilai impact komposit berpenguat serat *oil palm empty fruit* mengalami penurunan nilai impact seiring meningkatnya ukuran serat. Hal ini disebabkan oleh ikatan adesi yang lemah dari ukuran serat yang besar akan menghalangi

efisiensi tegangan yang ditransfer. Daulany dkk., (2014) menjelaskan bahwa semakin besar ukuran mesh maka nilai kekuatan bentur komposit semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran partikel maka akan lebih mudah terdistribusi secara merata ke seluruh bagian matriks dan akan membentuk daerah antar fasa yang lebih luas, sehingga transfer tegangan antara matriks dan pengisi dapat terjadi (Husseisyah dkk., 2011) Faktor penurunan nilai impact juga disebabkan karena adanya agregasi pada komposit sehingga komposit tidak biasa menahan beban lebih (Syafri dkk., 2018). Kekuatan bentur sangat diperlukan untuk material penyerap suara yang digunakan pada aplikasi otomotif.

7.3 Kritisasi Jurnal

Berdasarkan beberapa jurnal yang di *review* terdapat kekurangan yaitu pada data hasil pengujian maupun pada pembahasan yang kurang jelas dan rinci, hal ini akan menimbulkan kesulitan bagi para *reviewer* yang ingin melakukan *review* terhadap jurnal tersebut.

Secara keseluruhan jurnal tersebut menjelaskan tentang hasil pengujian koefisien absorpsi suara (α), namun pada jurnal hanya menampilkan grafik atau tabel hasil pengujian saja sehingga *reviewer* tidak bisa menentukan titik frekuensi dan alfa maksimum, hanya mengira-ngira saja. Pada jurnal juga tidak menjelaskan data-data penunjang untuk memperkuat hasil penelitian seperti data SEM, densitas, impact dan persentase (%) porositas pada sampel dengan ukuran serat yang digunakan. Beberapa jurnal melakukan pengujian SEM pada serat, namun gambar SEM yang dilampirkan kurang detail sehingga pembahasan hanya berdasarkan teori saja. Hal ini terdapat pada penelitian Farid, dkk (2015), dimana pada penelitian tersebut tidak mencantumkan gambar hasil pengujian absorpsi suara sehingga tidak memahami betul *performance* dari hasil pengujian tersebut. pada penelitian Khair, dkk (2020) juga tidak mencantumkan hasil

pengujian SEM pada serat, sehingga persentase (%) area porositas tidak dapat dilihat sebagai data penunjang untuk memperkuat hasil penelitian.

Selain itu, beberapa jurnal tidak mencantumkan dasar referensi dari jurnal lain mengenai pembahasan hasil tersebut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.3 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari *review* jurnal ini adalah:

1. Penggunaan ukuran serat sangat berpengaruh terhadap kemampuan menyerap suara. Dimana ukuran serat yang semakin kecil dan terjadi proses aglomerasi serat dan matriks akibat pencampuran yang tidak sempurna menyebabkan terbentuknya *porous* sehingga terdapat banyak rongga yang berukuran kecil-kecil dan tersebar merata pada komposit, hal ini menghasilkan gelombang suara yang masuk kedalam material dan partikel yang bergesekan pada dinding pori semakin banyak sehingga terjadi perubahan energi kalor yang semakin besar, hal ini tentunya menyebabkan nilai koefisien absorpsi suara (α) pada material semakin besar. Serat alam yang paling tinggi nilai penyerapan suaranya terjadi pada jenis serat bambu dengan nilai penyerapan suara sebesar 0,99 di frekuensi 1000 Hz karena memiliki nilai porositas tertinggi daripada yang lain. Dengan nilai yang didapatkan ini bisa digunakan untuk aplikasi ruangan akustik. Sedangkan serat alam yang paling tinggi untuk aplikasi otomotif terjadi pada serat rami dengan nilai penyerapan suara sebesar 0,5-0,6 di frekuensi 1500-2000 Hz.

5.2 Saran

Adapun saran yang didapatkan dari *review* jurnal ini adalah:

1. Untuk memperoleh nilai koefisien absorpsi suara yang terbaik pada komposit serat alam pada aplikasi ruangan akustik sebaiknya menggunakan material serat alam bambu pada ukuran mikro karena dari hasil paper review nilai penyerapan paling baik dan bagus terjadi pada jenis serat alam bambu. Sedangkan untuk memperoleh nilai koefisien

-
- absorpsi suara yang terbaik untuk aplikasi otomotif sebaiknya menggunakan material serat alam rami
2. untuk penulisan paper review kedepannya diusahakan memperbanyak sitasi atau jurnal sehingga data yang diperoleh lebih lengkap dan mempermudah proses penulisan dalam membandingkan serta dalam menarik kesimpulan akhir supaya mendapatkan hasil analisa data yang akurat dan sesuai dengan teori.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Hassan, A. A. Salmea, F. N. Ani, A. A. Bakar, 2008. "A Oil palm empty fruit bunch fiber-reinforced polymer composite material, polymers and polymer composites" 16, 101-113.
- Ayub Md., & Zulkifli (2011). Effect Size Fiber on The Acoustic Absorption of Coir Fiber". *Journal of Applied Sciences*.
- Chen, Dakai., Li, Jing., Ren, Jie. 2010. "Study of Sound Absorption Property of Ramie Fiber Reinforced PLA Composites : Morphology and Properties". *Composites Part A Applied Science and Manufacturing* 41(8):10121018
- Chandrabakty, S. (2011). Pengaruh Panjang Serat Tertanam Kekuatan Geser Interfacial Komposit Serat Batang Melinjo-Matriks Resin Epoxy. *Jurnal Mekanikal Vol. 2 No. 1*, 1-9.
- Chawla and Krishan. K. 1998. *Composite Materials Science and Engineering*. USA. Springer – Verlag.
- Bathara dan Moh. Farid. 2017. *Pengaruh Fraksi Berat Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Komposit Bahan Akustik Polypropylene/Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Aplikasi Door Panel Mobil*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS Surabaya
- Doelle, L.L. 1993. *Akustik Lingkungan*. Erlangga: Jakarta.
- Faruk, Omar, Andrzej K. Bledzki, Hans Peter Fink, Mohini Sain. 2012. "Biocomposites Reinforced with Natural Fibers". *Progress in Polymer Science*. No. 37, Hal. 1552-1596.
- Gibson, Ronald F. 1994. *Principles Of Composite Material Mechanics*. New York: McGraw-Hill. Inc
- H.Lilholt, J.M. Lawther. 2000. "Natural organic fibres". In *Comprehensive Composite Materials*, eds. A. Kelly and C. Zweben, (6 vols), vol. 1, chapter 10, pp 303-325, Elsevier Science.

-
- H. Seddeq, "Factors Influencing Acoustic Performance of Sound Absorptive Materials," *Aust. J. Basic Appl. Sci.*, pp. 4610–4617, 2009.
- Howard, D.M. (2009). *Acoustics And Psychoacoustic*. London : Focal Press.
- Jiangbo Liao, Shangyong Zhang & Xiaoning Tang (2020): Sound Absorption of Hemp Fibers (*Cannabis Sativa L.*) Based Nonwoven Fabrics and Composites: A Review, *Journal of Natural Fibers*.
- Jorge P. Arenas and Malcolm J. Crocker, 2010. *Recent Trends in Porous Sound-Absorbing Materials*, University Austral of Chile, Valdivia, Chile and, Auburn University, Auburn, Alabama, Sound and Vibration.
- K.Kaw, A. (2006). *Mechanics of Composite Materials Second Edition*. New York: Taylor and Francis
- Khair, A. F., & P. Azma (2015) "Utilizing Hollow-Structure Bamboo as Natural Sound Absorber". *Archives Of Acoustical*. Vol. 40, No. 4, PP. 601-608.
- H. Seddeq, "Factors Influencing Acoustic Performance of Sound Absorptive Materials," *Aust. J. Basic Appl. Sci.*, pp. 4610–4617, 2009.
- Liu, D., Song, J., Anderson, D.P., Chang, P.R., and Hua, Y. 2012. Bamboo Fiber and its Reinforced Composites: Structure and Properties, *Cellulose*, 19, pp. 1449-1480.
- Ioelovich, M. 2012. "*Study of Cellulose Interaction with Concentrated Solutions of Sulfuric Acid*". *ISRN Chemical Engineering*. Vol. 2012. 7 Pages.
- 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.
- M. Farid., H. Nurdiansyah, and Z.ilham. 2017 "Proses manufaktur komposit polypropylene berbenguat serat dendrocalamus asper untuk aplikasi ruang mesin otomotif. *Advance materials research*.
-

-
- M. Farid,. (2017) “Improvement of Acoustical Characteristics: Wideband Bamboo Based Polymer Composite”. *J. Materials Science and Engineering*. Vol. 223, (2017)011021
- Maryanti, D. (2018). Pengaruh Fraksi Volume Komposit Polyester Berpenguat Serbuk Kayu Bangkirai (*Shorea Laevifolia Endert*) Terhadap Sifat Material Akustik dan Modulus Elastisitas dalam Aplikasi Dinding Panel. Balikpapan: Laporan Tugas Akhir Institut Teknologi Kalimantan
- Mohd N., & Ayub Md (2010). “Effect of Different Factors on The Acoustic Absorption of Coir Fiber. *Journal of Applied Sciences* 10 (22). 2887-2892.
- MRTFC, Warcnock A.C.C. 2018. Understanding and Improving Sound Transmission Loss. Forest and Wood Products Research and Development Corporation, Australia.
- Parthraj R., Puranik., Parmar, Rajnikant R, Piretsh R. Rana. 2014. “Nonwoven Acoustic Textile – A Review”. *International journal of advanced research in engineering and technology*. Volume 5, 81-88.
- Rosidah, Afira Ainur, Moh. Farid. 2017. Studi Bahan Akustik Silicone Rubber Berpori Berpenguat Nano Selulosa Dari Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit. Tugas Akhir Program Sarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- S. Husseinsyah, M. Mostapha, 2008. “The Effect od Filler Content on Properties of Coconout Shell Filled Polyester Composite”. *Malaysian Polymer Journal*.. Vol.6, No.1 Pg 87-97
- S. H. Othman., S.A Rashid., T. I. Ghazi, and N. Abdullah, 2012. “Dispersion and stabilization of photocatalytic TiO₂ nanoparticles in aqueous suspension for coatings applications”. *Journal of Nanomaterials* , 1-11.
-

-
- Sinaga D., Defriyant I. and Krisman M. 2012. Pengukuran koefisien Absorpsi Bunyi dari Limbah Batang Kelapa Sawit. *Jurnal Fisika UNRI*, 9(5), pp. 415-423.
- Syafri H, Edi L, Kasim M, Anwar. 2018 “Synthesis And Characterization of Cellulose Nanofiber (CNF) Ramie Reinforced Cassava Starch Hybrid Composites”. *International Journal Of Biological Macromolecules*. S0141-8130(28)32420-6.
- Wang.Y., Wu.H., Zhang.C., Ren.L., Yu.H., Ichchou.M, 2018. “Acoustic characteristics parameters of polyurethane/rice husk composite. *Polimer composite*.
- WeiDong Y & Yan L. 2012. “Sound absorption performance of natural fibers and their composites”. *School of Aerospace Engineering and Applied Mechanics, Tongji University, Shanghai 200092, China*. Vol.55 No.8: 2278–2283.
- Wong J.W and Paridah M.T, 2017. “Sound Absorption Properties of Kenaf Bamboo Particleboard at Various Mixing Ratio and Density”. *Institut of Tropical Forestry and Forest Product, Malaysia*.
- Yahya, M. N., & Chin, D. D. 2017. A Review on the Potential of Natural Fibre for Sound Absorption Application. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 226, 1-9.
- Zhou N.G, Yang W., and Yu L (2014). Mechanical and Sound Absorption Properties of Cellular Poly (Lactic-Acid) Matrix Composites Reinforced with 3D ramie Fabric Woven with Co-wrappde Yarns. *International Journal* Vol. 56 pg 1-8
-

LAMPIRAN

Lampiran ini berisi tentang histori pengerjaan Tugas Akhir penulis sebelum dilakukan Tugas Akhir berbasis *paper review*. Laporan Tugas Akhir penulis yang telah dikerjakan dengan judul Analisis Pengaruh Penambahan Nanoselulosa Terhadap Kemampuan Menyerap Suara Dalam Nanopartikel Silika Mesopori Dari Sekam Padi Pada Komposit *Silicone Rubber*. Adapun lampiran pengerjaan penulis adalah sebagai berikut:

Pengolahan Filler Makro Bambu Petung

Pada penelitian ini, menggunakan filler Bambu Betung. Bambu betung didapatkan di Kota Pasuruan dengan usia sekitar 4-5 tahun untuk menjaga kualitas dari serat Bambu Betung. Bambu terlebih dahulu dipotong – potong sekitar 5 – 13 cm menjadi serat agar mudah dalam proses penghalusan bambu dengan menggunakan blender. Serat bambu yang telah dipotong – potong menjadi serat ditunjukkan oleh Gambar 1. Serat yang telah dipotong – potong dijemur terlebih dahulu untuk menghilangkan kadar air yang ada di serat bambu \pm 5 hari. Setelah serat bambu kering, serat dihaluskan menggunakan blender selama 15 menit.



Gambar 1 Pemotongan Bambu

Tujuannya adalah mempermudah proses sieving. Melakukan sieving terhadap serat bambu yang telah di blender dengan menggunakan mesin sieving untuk mendapatkan ukuran serat 50 – 80 μm selama 20 menit. Proses ini ditunjukkan oleh Gambar 2. Lalu hasil sieving ditimbang sesuai dengan kebutuhan pada penelitian, kurang lebih sekitara 300 gr massa serat bambu.



Gambar 2 Mesin shieving

Pada tahap awal pembuatan nanoselulosa adalah proses alkalisasi. Tujuan dari proses alkalisasi adalah menghilangkan kandungan lignin yang ada di serat bambu. Mencampurkan NaOH sebanyak 5% dengan serat bambu pada temperatur 70°C selama 3 jam dengan menggunakan Magnetic Stirrer pada kecepatan 500 rpm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Serat bambu yang telah di alkalisasi di cuci dengan menggunakan aquades, biarkan hingga pengotor pada permukaannya hilang dan serat bambunya mengendap. Ambil endapan dari proses alkalisasi. Melakukan bleaching pada dengan 30 ml NaOH, 50 ml H₂O₂ dan 20 ml aquades pada temperatur 65°C selama 3 jam dengan menggunakan magnetic stirrer pada kecepatan 500 rpm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Tujuan dari proses bleaching ini adalah untuk menghilangkan sisa lignin dari proses

alkalisasi dan mengurangi diameter dari serat bambu. Mencuci proses hasil bleaching dengan aquades hingga mencapai pH normal.



Gambar 4 Proses alkalisasi



Gambar 3 Proses bleaching

Setelah dilakukan proses bleaching maka Larutan tersebut kemudian dikasih perlakuan hidrolisis asam dengan mencampurkan larutan hasil bleaching dengan 65% H_2SO_4 lalu diaduk menggunakan stirrer selama 45 menit pada temperatur

50°C, dilihat pada Gambar 5. Setelah itu di sentrifugasi dengan putar 4000 rpm selama 15 menit, lalu di keringkan dan dihaluskan hingga menjadi serbuk kemudian dilakukan pengujian.



Gambar 5 Proses hidrolisis asam

Pengolahan Matriks Silicone Rubber

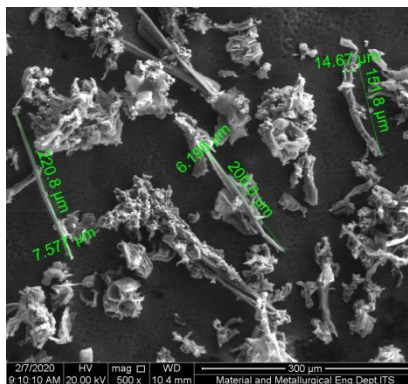
Silicone rubber yang digunakan adalah RTV 586. Menimbang massa dari Silicone Rubber RTV, heksana, dan NaCl dengan timbangan digital dengan rasio 2:3:8. Lalu ketiga bahan dicampurkan hingga homogen. Menambahkan katalis 2% dan mengaduk hingga homogen. Tujuannya dari penambahan katalis adalah mempercepat reaksi yang terjadi. Diamkan silicone rubber hingga kering. Memanaskan pada temperatur 35°C selama 45 menit untuk menguapkan heksana yang ada. Merendam hasil silicone rubber hasil penguapan heksana ke dalam air hangat untuk melarutkan NaCl seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Melakukan drying pada temperatur 110 °C untuk menghilangkan sisa air.



Gambar 6 Menguapkan NaCl untuk membentuk pori

Pengujian Hasil Trial

- Pengujian SEM



Gambar 7 Hasil pengujian SEM sampel nanoselulosa

Dari hasil SEM diatas dapat diliha bahwa hasil morfologi serat pada saat diuji SEM berada pada ukuran rata-rata 6-14 μm .

Namun untuk skala nanometer hasil SEM belum terlihat, dapat terlihat pada pengujian *Transmission Electron Microscope* (TEM). Dimana pengujian ini dirasa sudah sesuai dengan penelitian dari Julianto.H (2017) hasil SEM untuk nanoselulosa berkisar pada ukuran 8-12 μm .

➤ Pengujian FTIR



Gambar 8 Hasil uji FTIR Nanoselulosa

Tabel 1 Daerah serapan IR Nanoselulosa

Daerah Serapan (cm^{-1})	Jenis Ikatan	Gugus Fungsi
3300.78	O-H	Alkohol
2893.16	C-H	Alkana
1637.08	C=C	Alkena
1508.14	C=C	Cincin Aromatik

Filler yang digunakan dalam penelitian ini adalah nanoselulosa dari bamboo betung. Gambar di atas menunjukkan hasil uji FTIR nanoselulosa yang telah di proses. Pada tabel, dapat dilihat nilai *peak – peak* dari bambu betung. Terdapat ikatan O-H pada puncak gelombang 3300.78 cm^{-1} , C-H pada 2893.16 cm^{-1} , C=C pada 1508.14 . Hasil uji FTIR nanoselulosa yang telah mengalami 3 tahap dimana bertujuan untuk mengetahui senyawa yang terkandung setelah dilakukan proses tersebut. Menurut Liska (2018), puncak serapan dengan ikatan O-H merupakan gugus khas nanoselulosa. Hal itu disebabkan karena gugus asam dan alcohol yang terdapat pada nanoselulosa yang terjadi karena serapan air dalam proses hidrolisis asam.

Proses alkalisasi dilakukan untuk menghilangkan komponen pengisi serat yang mengganggu dalam menentukan ikatan serta kekuatan antar muka yaitu lignin. Daerah puncak $1500 - 1600\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan bahwa suata material masih terdapat liginin (Aji dan Farid, 2017). Daerah lignin ditunjukkan dengan gugus aromatik C=C. Dengan adanya liginin maka matriks dan serbuk tidak memiliki interface yang baik. Oleh karena itu proses alkalisasi diperlukan untuk memperbaiki permukaan serat bambu yaitu dengan proses bleaching sehingga menghilangkan sisa lignin dan hanya terdapat selulosa di dalam serat tersebut.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan rasa terima kasih agar ketika tahun yang akan mendatang penulis membuka buku ini, penulis akan mengingat jasa-jasa orang yang penulis sebutkan. Terimakasih kepada :

1. Allah SWT karena dengan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak Matnadi dan Ibu Mustirah selaku orang tua penulis yang senantiasa memberikan banyak doa, dukungan dan motivasi untuk terus berkarya.
3. Saudara penulis (Dina Mariati, Lilis Agustini, dan Ainur Rofia) yang senantiasa menemani penulis dengan sabar.
4. Sahabat dekat penulis (Triska, Ninik, Riska, Kristin, Tri) yang telah memberikan semangat dan energi positif dan selalu menjadi tempat curahan hati penulis.
5. Teman Lab. Manufaktur (Farros, Daniel, Oska, Marco, Nurul, Anggi dan Dipo) yang telah bersama-sama berjuang untuk menyelesaikan tugas akhir.
6. Teman-teman MT18 yang memberikan macam-macam warna-warni cerita bagi kehidupan perkuliahan penulis di kampus.
7. Sahabat FORMAS yang menemani penulis ketika sedang penat dalam menyelesaikan laporan.
8. ST. Nurhaliza dan Nur Hamamah sebagai sahabat penulis sejak duduk di bangku SMP yang hingga saat ini selalu memberikan semangat kepada penulis.
9. Teman-teman satu jurusan yang telah bersama saya selama empat tahun.
10. Serta seluruh pihak yang telah memberikan partisipasi dalam Tugas Akhir ini dan belum bisa dituliskan satu persatu oleh penulis.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Yuli Damayanti, lahir di Sampang, 09 Juli 1998 dari ayah bernama Matnadi dan Ibu bernama Mustirah. Penulis merupakan anak kedua dari 4 bersaudara. Penulis tinggal di Sampang, Madura tepatnya di Jl. Suhadak Gg 3, dalpenang, Sampang, Madura. Penulis pernah menempuh pendidikan formal di SDN Dalpenang 5 (2004-2010), SMP Negeri 6 Sampang (2010-2013), SMA Negeri 1 Sampang (2013-2016). Penulis berhasil masuk Institut Teknologi Sepuluh Nopember selalui jalur SNMPTN (undangan) pada Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS tahun masuk 2016. Selama kuliah di ITS, penulis aktif mengikuti organisasi sebagai staff Departemen Hubungan Masyarakat Forum Mahasiswa Sampang (FORMAS) 2016/2017. Selain itu penulis juga aktif menjadi staff Departemen Hubungan Masyarakat LDJ Ash Habul Kahfi 2017/2018, Staff Departemen Sosial Masyarakat HMMT FTI ITS 2017/2018 dan Staff ahli Departemen Hubungan Masyarakat Forum Mahasiswa Sampang (FORMAS) 2017/2018. Pada tahun ketiga penulis masih aktif menjabat menjadi Kopidep Departemen Ukhuwah LDJ Ash Habul Kahfi 2018/2019, Sekretaris Departemen Sosial Masyarakat HMMT FTI ITS 2018/2019, dan juga menjadi Bendahara 1 Forum Mahasiswa Sampang (FORMAS) 2018/2019. Sebagai tugas akhir, penulis mengambil topik mengenai material inovatif (komposit).

Selama kuliah penulis pernah melaksanakan kerja praktik di PT. Pertamina EP Asset 4 Field Cepu. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail : yulidamayanti079@gmail.com dan kontak 081908059189

