



**TUGAS AKHIR – TL184834**

**REVIEW : PENGARUH PERSENTASE PENAMBAHAN SERAT TERHADAP NILAI KOEFISIEN ABSORBSI SUARA PADA KOMPOSIT POLYURETHANE BERPENGISI SERAT ALAM UNTUK APLIKASI PENYERAP SUARA**

**FARROS TAQY ABDILLAH  
NRP. 0251164000078**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Moh. Farid, DEA  
Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.**

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





## **TUGAS AKHIR – TL 184834**

### **REVIEW : PENGARUH PERSENTASE PENAMBAHAN SERAT TERHADAP NILAI KOEFISIEN ABSORPSI SUARA PADA KOMPOSIT POLYURETHANE BERPENGISI SERAT ALAM UNTUK APLIKASI PENYERAP SUARA**

FARROS TAQY ABDILLAH  
NRP. 0251164000078

Dosen Pembimbing  
Ir. Moh. Farid, DEA  
Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.

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 ADDITION  
PERCENTAGE OF SOUND ABSORPTION COEFFICIENT  
VALUE IN NATURAL FIBER POLYURETHANE  
COMPOSITES FOR SOUND ABSORPTION  
APPLICATIONS**

FARROS TAQY ABDILLAH  
NRP. 02511640000078

Dosen Pembimbing  
Ir. Moh. Farid, DEA  
Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.

MATERIALS AND METALLURGICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Industrial Technology and System Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019

*(This page is intentionally left blank)*

**REVIEW : PENGARUH PERSENTASE PENAMBAHAN  
SERAT TERHADAP NILAI KOEFISIEN ABSORPSI  
SUARA PADA KOMPOSIT POLYURETHANE  
BERPENGISI SERAT ALAM UNTUK APLIKASI  
PENYERAP SUARA**

**TUGAS AKHIR**

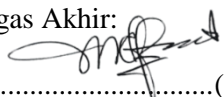

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Material dan Metalurgi  
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**FARROS TAQY ABDILLAH**

NRP 02511640000078

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. Moh Farid, DEA..........(Pembimbing I)
2. Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T..........(Pembimbing II)



**SURABAYA**  
**Agustus 2020**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



**REVIEW : PENGARUH PERSENTASE PENAMBAHAN  
SERAT TERHADAP NILAI KOEFISIEN ABSORBSI  
SUARA PADA KOMPOSIT POLYURETHANE  
BERPENGISI SERAT ALAM UNTUK APLIKASI  
PENYERAP SUARA**

**Nama** : Farros Taqy Abdillah  
**NRP** : 0251164000078  
**Departemen** : Teknik Material  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Moh. Farid, DEA  
**Co-pembimbing** : Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.  
**Abstrak**

*Kebisingan merupakan sebuah permasalahan yang terjadi dalam kehidupan di dalam kota, karena berakibat tidak baik bagi pendengaran manusia. Dibutuhkan sebuah aplikasi yang dapat mengurangi kebisingan dengan cara membuat material penyerap suara. Tujuan dari review ini adalah untuk menganalisa pengaruh persentase penambahan serat terhadap porositas, densitas dan nilai koefisien absorpsi suara. Material yang diperlukan adalah material berpori. Polyurethane busa merupakan polimer berpori dan dapat diaplikasikan sebagai matriks dengan pengisi serat alam. Persentase penambahan serat terlalu tinggi akan mengakibatkan nilai densitas komposit menjadi tinggi dan porositas menjadi rendah sehingga nilai koefisien absorpsi akan turun pada frekuensi diatas 1500 Hz. Dalam hasil review, nilai koefisien absorpsi suara tertinggi PU/bambu di frekuensi 1600-2000 Hz dengan nilai sebesar 0,95 dengan komposisi 0% serat bambu. Nilai koefisien absorpsi suara tertinggi PU/sekam padi terdapat di frekuensi 1600-2000 Hz dengan nilai sebesar 0,97 dengan komposisi 0% serat sekam padi.*

**Kata Kunci** : *Frekuensi, Komposit, Koefisien Absorpsi Suara, Polyurethane, Serat Alam*

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

**REVIEW: THE EFFECT OF FIBER ADDITION  
PERCENTAGE OF SOUND ABSORPTION COEFFICIENT  
VALUE IN NATURAL FIBER POLYURETHANE  
COMPOSITES FOR SOUND ABSORPTION  
APPLICATIONS**

**Nama** : Farros Taqy Abdillah  
**NRP** : 02511640000078  
**Departemen** : Teknik Material  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Moh. Farid, DEA  
**Co-pembimbing** : Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.

**Abstract**

*Noise is a problem that occurs in life in cities, because it can be bad for human hearing. An application is needed that can reduce noise by making sound-absorbing materials. The purpose of this review is to analyze the effect of the percentage of added fiber on porosity, density and sound absorption coefficient. The material required is a porous material. Polyurethane foam is a porous polymer and can be applied as a matrix with natural fiber reinforcement. Too high a percentage of added fiber will result in a high density composite value and low porosity so that the absorption coefficient value will decrease at frequencies above 1500Hz. In the review results, the highest sound absorption coefficient value for PU / bamboo is at a frequency of 1600-2000Hz with a value of 0.95 with a composition of 0% bamboo fiber. The highest sound absorption coefficient value for PU / rice husk is at a frequency of 1600-2000Hz with a value of 0.97 with a composition of 0% rice husk fiber.*

**Keywords :** *Composite, Frequency, Natural Fiber, Polyurethane, Sound Absorber Coefficient.*

*(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 PERSENTASE PENAMBAHAN SERAT TERHADAP NILAI KOEFISIEN ABSORBSI SUARA PADA KOMPOSIT POLYURETHANE BERPENGISI SERAT ALAM UNTUK APLIKASI PENYERAP SUARA**”. 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. Bapak Ir. Moh. Farid, DEA selaku pembimbing utama yang membimbing penulis dengan sabar selama mengerjakan tugas akhir.
2. Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T selaku pembimbing II tugas akhir yang telah membimbing, memberi saran dan arahan serta nasihat dalam pelaksanaan tugas akhir dan penyusunan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Alvian Toto Wibisono, S.T., M.T dan Ibu Amaliya Rasyida S.T., M.Sc selaku dosen wali penulis yang senantiasa memberikan arahan selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih mempunyai banyak kekurangan yang tidak penulis sadari. Harapan penulis semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dimanfaatkan sebaik – baiknya.

Surabaya, 10 Agustus 2020  
Penulis

Farros Taqy Abdillah

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Review .....	2
1.3 Batasan Review.....	2
1.4 Tujuan Review .....	3
1.5 Manfaat Review .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Komposit.....	5
2.2 Serat Alam .....	6
2.2.1 Selulosa .....	7
2.2.2 Lignin .....	8
2.2.3 Hemiselulosa.....	8
2.3 Matriks Berpori.....	9
2.3.1 Polyurethane Berpori.....	10
2.4 Material Akustik .....	11
2.5 Koefisien Absorpsi Suara .....	12
2.5.1 Porositas .....	14
2.5.2 Densitas .....	14
2.6 Sound Pressure Level.....	15
2.7 Aplikasi Material Penyerap Suara .....	15
<b>BAB III METODOLOGI REVIEW JURNAL.....</b>	<b>17</b>
3.1 Diagram Alir .....	17
3.2 Standar Pengujian .....	18
3.2.1 Pengujian Koefisien Absorpsi Suara.....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>21</b>
4.1 Analisa Data.....	21

4.2	Pembahasan.....	28
4.3	Kritisasi Jurnal .....	33
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>35</b>
5.1	Kesimpulan .....	35
5.2	Saran .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>.....</b>	<b>41</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b>	<b>.....</b>	<b>49</b>
<b>BIODATA PENULIS</b>	<b>.....</b>	<b>51</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Struktur kimia selulosa .....	7
<b>Gambar 2.2</b> Struktur kimia lignin .....	8
<b>Gambar 2.3</b> Struktur kimia hemiselulosa.....	9
<b>Gambar 2.4</b> Pembuatan Matriks Berpori .....	9
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Review Jurnal .....	18
<b>Gambar 4. 1</b> 100% PU dengan pembesaran 50x (a), 250x (b), (85% PU) dengan perbesaran 50x (c) dan 250x (d) .....	21
<b>Gambar 4. 2</b> Nilai Koefisien Absorpsi Suara .....	22
<b>Gambar 4. 3</b> Nilai Koefisien Absorpsi Suara .....	23
<b>Gambar 4. 4</b> Nilai Alfa PU/bambu .....	24
<b>Gambar 4. 5</b> Nilai Koefisien Absorpsi Suara .....	25
<b>Gambar 4. 6</b> Nilai Koefisien Absorpsi .....	26
<b>Gambar 4. 7</b> Nilai Alfa pada PU/sekam padi.....	27
<b>Gambar 4. 8</b> Struktur Pori (a) 2% sekam padi (b) 5% sekam padi (c) 8% sekam padi .....	31

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Karakteristik <i>Polyurethane</i> .....	10
<b>Tabel 4.1</b> Nilai Koefisien Absorpsi Suara Frekuensi Rendah .....	28
<b>Tabel 4.2</b> Nilai Koefisien Absorpsi Suara Frekuensi Sedang .....	29
<b>Tabel 4.3</b> Porositas Spesimen Uji .....	30
<b>Tabel 4.4</b> Porositas Spesimen Uji .....	31

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kebisingan merupakan sebuah permasalahan yang ada didalam kehidupan, terutama kehidupan di kota besar yang ramai dengan lalu lalang kendaraan. Suara keras yang dihasilkan pada kendaraan berpotensi memengaruhi kesehatan pendengaran pada manusia. Menurut Hayat (2013), kebisingan dapat menyebabkan gangguan pendengaran seperti ketulian, dan merujuk pada penelitian Suandika (2009), hidup dalam tempat yang penuh kebisingan lalu lintas memiliki tekanan darah lebih tinggi daripada hidup dalam tempat yang damai dan tenang. Bising memiliki efek kurang baik bagi kesehatan manusia (Suandika 2009).

Salah satu upaya lain dalam permasalahan ini adalah dengan adanya material penyerap suara pada aplikasi kendaraan. Ketika gelombang bunyi menumbuk material penyerap, maka energi bunyi sebagian akan diserap dan diubah menjadi panas. Bunyi akan masuk ke dalam material melalui pori-pori. Bunyi akan menumbuk partikel-partikel di dalam material tersebut, kemudian oleh partikel di pantulkan ke partikel lain, begitu seterusnya sehingga bunyi terkurung di dalam material, kejadian ini disebut proses penyerapan (Hayat dkk, 2013). Penyerapan suara salah satunya dipengaruhi oleh pori-pori komposit atau bisa disebut porositas. Menurut Mutia (2019), semakin tinggi tingkat porositas sampel, akan semakin tinggi nilai koefisien absorpsi bunyi.

Salah satu matriks berpori yang dapat digunakan adalah *polyurethane*. *Polyurethane* memiliki sifat mekanik yang lebih bagus apabila dibandingkan dengan silicone rubber berpori, hal ini sangat bagus dalam aplikasi penyerap suara yang digunakan dalam bidang otomotif maupun dalam bangunan. Karena semakin baik sifat mekaniknya tentu akan semakin baik pula ketahanannya. Matriks polimer berpori ini akan dikombinasikan menjadi komposit dengan penguat dari serat alam. Dikarenakan serat alam memiliki karakteristik yang sama seperti dengan kebutuhan

material penyerap suara, yaitu berpori. Salah satu manfaat menggunakan serat alam adalah sumber daya alam yang melimpah di Indonesia. Sehingga penggunaan serat alam ini tentunya akan sangat menguntungkan pada segi biaya dan mendapatkannya. Akan tetapi, penambahan serat ini diperlukan sebuah takaran yang pas agar bisa mendapatkan nilai koefisien absorpsi yang tinggi. Sehingga diperlukan perhitungan yang pas untuk pencampuran kedua material ini.

Oleh karena itu, review kali ini akan membahas tentang efek dari penambahan serat tersebut ditinjau dari salah satu hal yaitu porositas, karena berdasarkan hipotesa penulis penambahan serat tentunya akan memengaruhi komposisi maupun sifat porositas dan densitas material komposit tersebut. Hasil yang ingin dicapai adalah mendapatkan material komposit dengan nilai koefisien absorpsi yang tinggi pada frekuensi yang diinginkan.

## **1.2 Rumusan Review**

Adapun rumusan review yang terdapat dalam review jurnal ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh persentase penambahan serat terhadap porositas dan densitas pada komposit serat alam.
2. Bagaimana pengaruh persentase penambahan serat terhadap nilai koefisien absorpsi suara pada komposit serat alam.

## **1.3 Batasan Review**

Adapun batasan pada review jurnal kali ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis serat diabaikan.
2. Ukuran serat dianggap homogen.
3. Tidak membahas metode perlakuan serat dan pembuatan komposit.

---

#### **1.4 Tujuan Review**

Adapun tujuan pada review jurnal kali ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh persentase penambahan serat terhadap porositas dan densitas pada komposit serat alam.
2. Menganalisis pengaruh persentase penambahan serat terhadap nilai koefisien absorpsi suara pada komposit serat alam.

#### **1.5 Manfaat Review**

Adapun manfaat review jurnal kali ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan penelitian pada bidang komposit serat alam khususnya di lingkungan Departemen Teknik Material ITS
2. Memberikan pemanfaatan material alternatif dengan sumber daya alam melalui serat alam.
3. Sebagai referensi penelitian selanjutnya.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Komposit**

Komposit ialah kombinasi pada dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya dan tidak saling melarutkan di antara materialnya. Salah satu materialnya berfungsi sebagai penguat dan satu lagi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya. Secara umum ada dua kategori material penyusun komposit yaitu matriks dan *reinforcement*. (Maryanti 2011)

Komposit juga dapat disebut sebagai suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Dari campuran tersebut dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Jadi komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat (Mawardi dkk, 2017)

Komponen komposit terdiri dari 2 bagian, yaitu serat dan matriks. Di dalam komposit, serat merupakan unsur utama, serat ini yang dapat menentukan karakteristik bahan kompositnya, seperti kekuatan, kekakuan dan lainnya. Sementara matriks cenderung dipilih dari bahan-bahan yang lunak, karena matriks bertugas melindungi serta mengikat serat agar bekerja dengan baik.

Serat secara umum terdiri dari dua jenis, yaitu

1. Serat pendek, dengan panjang fraksi dalam millimeter atau centimeter. Serat pendek bahkan dapat berukuran mikro dan juga nano. Contohnya: felts, mats dan serat pendek untuk injection molding.

2. Serat Panjang, dipotong selama proses fabrikasi material komposit, biasanya berupa anyaman (woven).

Ditinjau dari pembuatannya, serat diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu serat sintesis dan serat alami. Kedua jenis serat itu digunakan sebagai penguat atau pengisi pada material komposit. (Sulistijono, 2012). Matriks merupakan fasa yang memberikan bentuk pada struktur komposit dengan cara mengikat penguat atau serat bersama-sama. Matriks merupakan penyusun komposit yang berperan sebagai pengikat atau penyangga yang menjaga kedudukan antar fasa penguat. Karakteristik yang harus dimiliki matriks adalah ulet, kekuatan dan kekakuan rendah apabila dibandingkan penguat. Matriks harus mampu membeku pada temperatur dan tekanan yang wajar. Bahan matriks yang umum digunakan pada komposit adalah matriks logam, matriks polimer, dan matriks keramik (Rachmadhani, dkk 2017).

## 2.2 Serat Alam

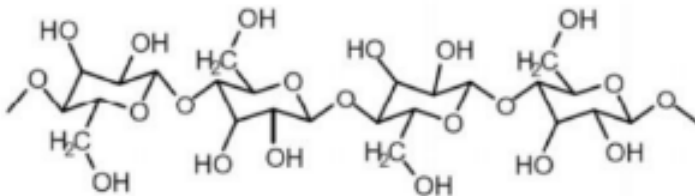
Serat alam (*natural fibre*) merupakan serat yang bersumber langsung dari alam (bukan merupakan rekayasa manusia). Serat alam biasanya didapat dari serat tumbuhan seperti serat bambu, serat pohon pisang, serat nanas dan lain sebagainya. Biasanya sebelum digunakan untuk bahan serat pada komposit, serat alam mendapat perlakuan terlebih dahulu dengan menggunakan cairan kimia seperti NaOH. Hal ini bertujuan untuk mengurangi kadar air dan *wax* (lapisan minyak) dalam serat dan mengakibatkan permukaan lebih kasar sehingga akan meningkatkan ikatan dengan matriks yang akan digunakan (Astika dkk, 2010).

Review kali ini menggunakan serat alam berupa serat bambu dan juga serat sekam padi. Kedua serat ini dipilih karena memiliki kandungan selulosa yang tinggi. Bambu memiliki kandungan berupa 70-80% selulosa, 0,5% hemiselulosa, dan 32% lignin. Sementara sekam padi memiliki kandungan 40% selulosa, 27% hemiselulosa, dan 12% lignin (Khakim dkk, 2019).

Penggunaan serat alam sudah merambah ke berbagai bidang kehidupan manusia. Layaknya serat buatan, serat alam juga mampu digunakan dalam aspek yang biasanya menggunakan serat buatan, hanya saja dalam penggunaannya terdapat modifikasi untuk menyesuaikan dengan sifat-sifat dasar dari serat alam (Astika dkk, 2010).

### 2.2.1 Selulosa

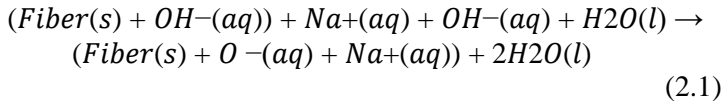
Selulosa merupakan kumpulan dari molekul yang terdiri dari atom karbon, oksigen dan hidrogen yang ditunjukkan oleh Gambar 2.1. Selulosa adalah zat utama dalam dinding sel tanaman hijau, terutama di banyak serat alam seperti rami, bambu, kenaf, kelapa sawit, dll. Selulosa juga memiliki banyak kegunaan, diantaranya adalah sebagai bahan bangunan dasar bagi banyak jenis tekstil dan kertas. Selulosa merupakan substansi yang tidak larut dalam air yang terdapat di dalam dinding sel tanaman terutama dari bagian tangkai, batang, dan semua bagian yang mengandung kayu. Di alam, biasanya selulosa berasosiasi dengan polisakarida lain seperti lignin atau hemiselulosa membentuk kerangka utama dinding sel tumbuhan (Park dkk, 2008).



**Gambar 2. 1** Struktur kimia selulosa (Park dkk, 2008)

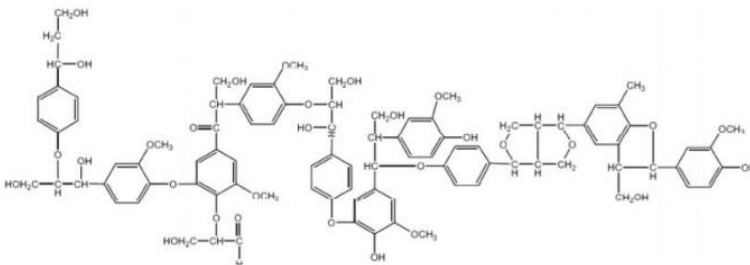
Pemberian perlakuan alkalisasi adalah salah satu perlakuan kimia yang paling umum digunakan untuk penghilangan hemiselulosa dan lignin sebelum digunakan sebagai penguat pada komposit. Proses alkalisasi mampu menghidrolisis dan menghilangkan kotoran yang ada di dalam selulosa. Proses

alkalisasi sebagai basa kuat sehingga akan dihasilkan perubahan pada struktur, dimensi, morfologi, dan sifat mekanik dari serat seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.1.



### 2.2.2 Lignin

Lignin adalah polimer yang tidak tersusun atas monomer karbohidrat (glukosa) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Pada umumnya, lignin berfungsi sebagai bahan pengikat antar komponen penyusun lainnya. Lignin telah digunakan dalam dunia manufaktur, bahkan dapat diubah menjadi zat yang mirip dengan plastik sehingga memiliki keuntungan dapat dibakar dengan aman setelah digunakan tanpa membuat gas berbahaya (Park dkk, 2008)

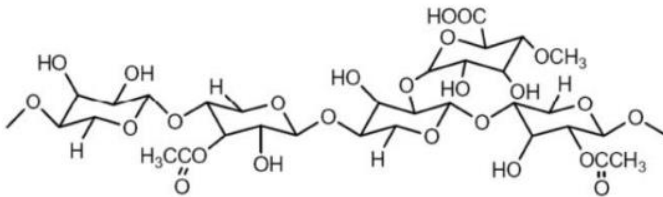


**Gambar 2. 2** Struktur kimia lignin (Park dkk, 2008)

### 2.2.3 Hemiselulosa

Hemiselulosa adalah polisakarida yang mengisi ruang pada serat – serat selulosa dan dapat ditemukan pada dinding sel utama dan sekunder di setiap tanaman. Tidak seperti selulosa, hemiselulosa secara kimiawi tidak homogen. Hemiselulosa pada

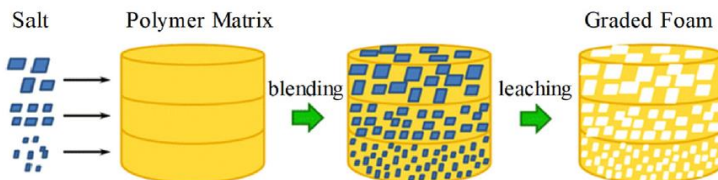
hardwood sebagian besar mengandung xylans, sedangkan pada softwood sebagian besar mengandung glucomannans. Struktur kimia hemiselulosa ditunjukkan pada Gambar 2.3 (Park dkk, 2008).



**Gambar 2. 3** Struktur kimia hemiselulosa (Park dkk, 2008)

### 2.3 Matriks Berpori

Salah satu material berpori adalah *polyurethane* dan *silicone rubber*, dimana material dapat berpori karena ada perlakuan yang dilakukan sebelumnya, berikut pada Gambar 2.4 adalah salah satu contoh pembuatan matriks berpori.



**Gambar 2. 4** Pembuatan Matriks Berpori ( Yoshimura dkk, 2016)

Dalam metode pembuatan *silicone rubber* poros yang berstruktur padat juga dapat dilakukan dengan cara mencampurkan precursor *silicone rubber*, *curing agent* dan *sacrificial filler* untuk membentuk struktur poros. *Sacrificial filler* diutamakan adalah garam. *Silicone rubber* memiliki ketebalan yang tinggi, sehingga

akan sulit untuk melakukan pencampuran dengan *scrficial filler*. Oleh karena itu digunakan heksana sebagai pelarut untuk menurunkan viskositas dari campuran *silicone rubber*. Untuk menghilangkan kandungan garam, setelah *curing*, campuran dicuci dengan air beberapa kali hingga kandungan garam hilang (Yoshimura dkk, 2016).

### 2.3.1 Polyurethane Berpori

*Polyurethane* dibuat dengan mereaksikan molekul yang memiliki gugus isosianat dengan molekul yang memiliki gugus hidroksil. Dengan demikian, jenis dan ukuran setiap molekul pembentuk akan memberikan sumbangan terhadap sifat *polyurethane* yang terbentuk. Hal inilah yang membuat *polyurethane* menjadi polimer yang sangat fleksibel baik dalam sifat mekanik maupun aplikasinya.

*Polyurethane foam* biasanya dibuat dengan menambahkan sedikit bahan volatile yang dinamakan sebagai bahan pengembang (*blowing agent*) untuk mereaksikan campuran. *Acetone*, *methylene chloride* dan beberapa *chlorofluorocarbon (CFC13)* yang sering digunakan sebagai bahan pengembang (*blowing agent*) pada pembuatan *polyurethane*. *Blowing agent* ini nantinya akan membentuk *void* pada *polyurethane* sehingga dalam jumlah yang banyak akan terbentuk *foam*. Berikut ini adalah karakteristik dari *polyurethane* pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1** Karakteristik *Polyurethane*

<b>Sifat Fisik</b>	
Massa Jenis	1.12-1.24 gr/cm
<b>Sifat Mekanik</b>	
Kekuatan Tarik	4500-9000 Psi
<b>Sifat Thermal</b>	
Titik Lebur	75-137°C

---

## 2.4 Material Akustik

Menurut Lewis dan Douglas dalam Himawanto (2007), material akustik dapat dibagi ke dalam tiga kategori dasar, yaitu.

1. Material penyerap (*absorbing material*)
2. Material penghalang (*barrier material*),
3. Material peredam (*damping material*).

Material penghalang memiliki massa yang padat, untuk material peredam adalah lapisan yang tipis untuk melapisi benda. Lapisan tersebut biasanya adalah plastik, polimer, *epoxy*, dan lain-lain. Sedangkan untuk material penyerap, biasanya berpori (*porous*) dan berserat (*vibrous*). Pada material penyerap suara, energi suara datang yang tiba pada suatu bahan akan diubah sebagian oleh bahan tersebut menjadi energi lain, seperti misalnya getar (vibrasi) atau energi panas. Oleh karena itu, bahan yang mampu menyerap suara pada umumnya mempunyai struktur berpori atau berserat (Aries 2007).

Material penyerap suara pada umumnya berpori dan berserat, besarnya penyerapan bunyi ketika gelombang bunyi mengenai material penyerap dinyatakan dengan koefisien absorpsi ( $\alpha$ ). Kemampuan suatu material dalam menyerap bunyi sangat bervariasi, selain itu kemampuan tersebut bergantung pada struktur dan massa jenis material. *Porous* atau pori yang dihasilkan pada komposit berasal dari proses aglomerasi serat dan matriks akibat pencampuran yang tidak sempurna. Aglomerasi ini disebabkan oleh ikatan Van Der Waals yang terjadi antar partikel dalam komposit (Othman, 2011). Pembentukan pori pada komposit berpori juga salah satunya disebabkan oleh adanya penambahan serat pada matriks berpori, menurut Afira pada penelitiannya menyebutkan bahwa penambahan serat yang lebih tinggi menyebabkan ukuran pori semakin mengecil, sehingga porositas pada komposit tersebut rendah, karena pada dasarnya matriks berpori biasanya memiliki porositas tinggi, apabila ditambahkan

---

serat maka akan memengaruhi ukuran pori yang dimiliki matriks tersebut (Afira dkk, 2017).

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)

## 2.5 Koefisien Absorpsi Suara

Efisiensi penyerapan bunyi suatu bahan pada suatu frekuensi tertentu dinyatakan oleh koefisien penyerapan bunyi. Koefisien penyerapan bunyi suatu permukaan adalah bagian energi bunyi datang yang diserap atau tidak dipantulkan oleh permukaan. Besarnya penyerapan bunyi pada material penyerap dinyatakan dengan koefisien serapan ( $\alpha$ ). Nilai koefisien serap bunyi berada antara 0 dan 1, misalnya pada 500 Hz bila suatu bahan akustik menyerap 65% dari energi bunyi yang datang dan memantulkan 35% darinya, maka koefisien penyerapan bunyi bahan itu adalah 0,65. Koefisien serapan ( $\alpha$ ) dinyatakan dalam bilangan antara 0 dan 1, yang diberikan rumus pada persamaan 2.2. Nilai koefisien serapan 0 menyatakan tidak ada energi bunyi yang diserap dan nilai koefisien serapan 1 menyatakan serapan yang sempurna (Mediastika 2005).

$$\alpha = \frac{\text{Energi suara yang diserap}}{\text{Energi suara yang datang}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Nilai koefisien absorpsi bunyi suatu bahan adalah bagian dari energi bunyi datang yang diserap. Bila nilai koefisien absorpsinya tinggi maka material tersebut semakin baik digunakan untuk bahan penyerap bunyi. Metode untuk mengukur koefisien absorpsi bunyi diantaranya adalah metode tabung impedansi. Metode impedansi lebih sesuai dengan analisa teoritis (Mutia, dkk 2009).



Dijelaskan pada penelitian Risma dkk (2020), perhitungan matematis metode tabung impedansi dapat ditentukan dengan menghitung perbandingan amplitudo tekanan maksimum dan amplitudo tekanan minimum. Perbandingan amplitudo tekanan ini disebut dengan rasio gelombang tegak (*Standing Wave Ratio*).

Secara matematis nilai rasio dapat dinyatakan dalam Persamaan 2.3.

$$SWR = \frac{A+B}{A-B} \quad (2.3)$$

Dimana  $SWR$  adalah rasio gelombang tegak,  $(A+B)$  adalah amplitudo tekanan maksimum dan  $(A-B)$  adalah amplitudo tekanan minimum. Koefisien absorpsi bunyi ( $\alpha$ ) dapat ditentukan dari Persamaan 2.4.

$$\alpha = 1 - \left[ \frac{SWR+1}{SWR-1} \right]^2 \quad (2.4)$$

Impedansi akustik dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 2.5.

$$\frac{Z_s}{\rho c} = \coth(\psi_1 + i\psi_2) \quad (2.5)$$

Dengan  $Z_s$  adalah impedansi akustik ( $\text{kg/m}^2\text{s}$ ),  $\rho c$  adalah impedansi karakteristik udara. Untuk dapat menentukan impedansi sampel uji terlebih dahulu harus ditentukan harga  $\psi_1$  dan  $\psi_2$ . Harga  $\psi_1$  dan  $\psi_2$  dapat dinyatakan pada Persamaan (6) dan Persamaan (7)

$$\psi_1 = \coth^{-1} \left[ \log\left(\frac{SWR}{20}\right) \right] \quad (2.6)$$

$$\psi_2 = \pi \left[ \frac{1}{2} + \frac{d_1}{d_2} \right] \quad (2.7)$$

Dimana  $\psi_1$  dan  $\psi_2$  adalah bilangan kompleks,  $d_1$  adalah jarak amplitudo minimum pertama (cm),  $d_2$  adalah jarak amplitudo

minimum kedua (Risma dkk, 2020). Berikut ini adalah satu faktor yang memengaruhi nilai koefisien absorpsi suara adalah sebagai berikut.

### **2.5.1 Porositas**

Porositas adalah perbandingan antara ruang kosong dengan volume pada sebuah material. Salah satu syarat yang harus dimiliki material akustik yang baik adalah porositas. Adanya porositas menyebabkan suara yang datang dan mengenai permukaan spesimen akan diserap dengan baik. Penyerapan energi bunyi oleh material berarti perubahan energi bunyi menjadi energi kinetik dan energi kalor. Energi kalor terbentuk karena adanya gesekan antar molekul saat bergetar (Pratiwi dkk, 2017).

Porositas sangat berpengaruh pada aplikasi penyerap suara dengan frekuensi tinggi seperti otomotif. Menurut Rizal dkk (2015), frekuensi rendah dengan panjang gelombang yang panjang saat melewati material absorpsi berpori, bunyi yang datang lebih banyak dipantulkan atau diteruskan daripada diserap. Frekuensi besar dengan panjang gelombang yang pendek saat melewati material absorpsi berpori bunyi yang datang lebih banyak diserap daripada dipantulkan atau diteruskan. Oleh karena itu pada material absorpsi berpori nilai koefisien absorpsinya lebih efektif pada frekuensi tinggi.

### **2.5.2 Densitas**

Densitas merupakan tingkat kerapatan dari suatu material atau dapat dikatakan pengukuran massa setiap satuan volume material. Densitas pada suatu material sering dianggap sebagai faktor penting pada nilai absorpsi suara. Pada penelitian oleh Wang dkk, (2018) menunjukkan nilai densitas yang tinggi memiliki nilai koefisien absorpsi suara pada frekuensi rendah atau sekitar 500-800 Hz. Sementara pada densitas rendah memiliki nilai koefisien absorpsi suara tinggi pada frekuensi sedang yaitu 1600 Hz. Hal ini dikarenakan pada komposit dengan densitas tinggi, memiliki porositas rendah, sehingga pada komposit berpori rendah, pada frekuensi tinggi suara lebih mudah dipantulkan daripada diserap.

---

## 2.6 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 1000 Hz untuk remaja. Ketika tekanan suara sama dengan referensi, level yang dihasilkan adalah 0 dB. Rumus tingkat tekanan suara ditunjukkan dengan persamaan 2.10 (Long M, dkk 2014)

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

Dimana:

P = sound pressure (Pa)

P<sub>0</sub> = tekanan referensi,  $2 \times 10^{-5}$  Pa

## 2.7 Aplikasi Material Penyerap Suara

Salah satu aplikasi penyerap suara adalah pada muffler. Mengutip pada penelitian Afira dkk (2017), menurut Jebaninski (2000), muffler absorbtif berkerja pada frekuensi 2000 Hz (Jebasinski 2000). Pada penelitian Mylaudy dkk (2015), muffler memiliki nilai koefisien absorpsi suara sebesar 0,32.

Frekuensi pada beberapa aplikasi / peralatan memiliki frekuensi yang berbeda – beda, salah satunya adalah pada aplikasi otomotif, salah satunya pada peredam mesin diesel memiliki frekuensi sekitar 500 Hz. Sementara menurut Frengky (2015), aplikasi penyerap suara korden pada auditorium berkerja pada frekuensi 500-4000 Hz. Hal ini juga disebutkan pada penelitian Istiadi dkk, (2000) bahwa ruang auditorium yang digunakan untuk pidato optimal pada frekuensi 500 Hz.

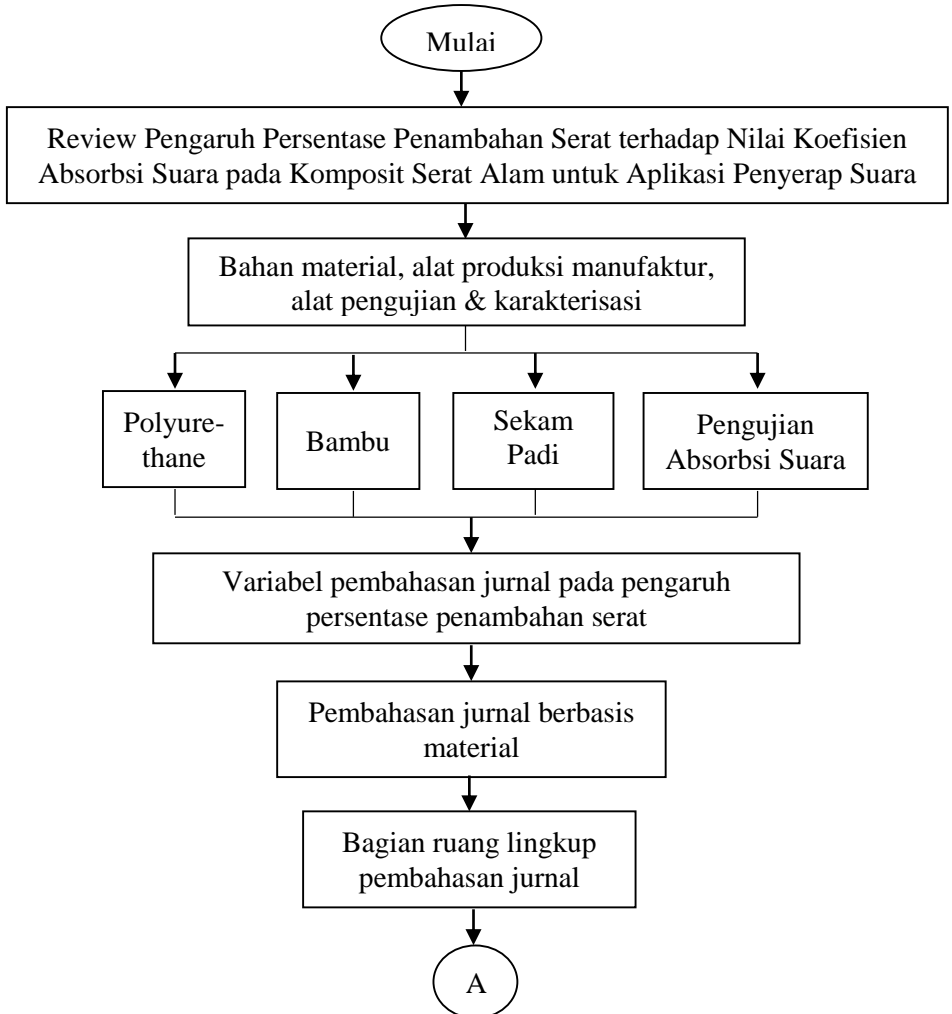
Menurut Howard, (2009), aplikasi menurut frekuensi adalah pada frekuensi rendah berada pada lingkup ruangan atau interior.

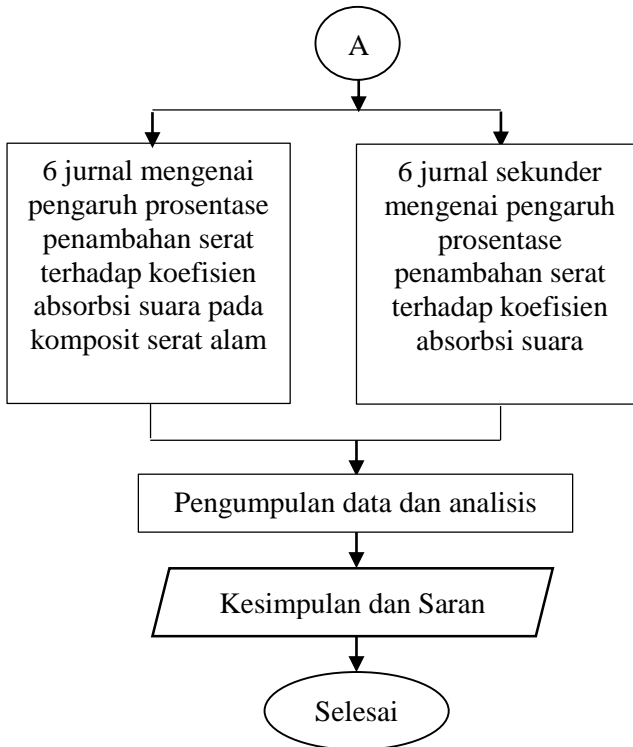
---

Pada frekuensi sedang, didapatkan pada bising kendaraan dan lalu lintas. Sementara pada frekuensi tinggi pada lingkungan pabrik.

# BAB III METODOLOGI REVIEW JURNAL

## 3.1 Diagram Alir





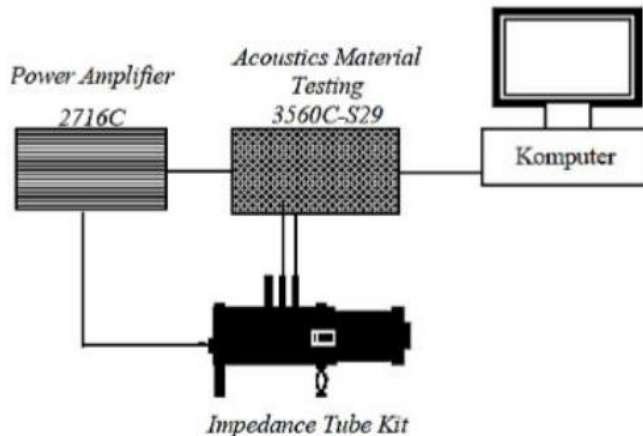
**Gambar 3. 1** Diagram Alir Review Jurnal

## 3.2 Standar Pengujian

### 3.2.1 Pengujian Koefisien Absorpsi Suara

Pengujian Absorpsi Suara adalah pengujian yang tujuannya mengetahui kemampuan suatu material untuk menyerap suara. Kualitas material penyerap suara ditentukan dengan harga  $\alpha$  (koefisien penyerap bahan terhadap bunyi). Prinsipnya adalah semakin besar nilai  $\alpha$ , maka semakin baik kemampuan material tersebut dalam menyerap suara. Nilai  $\alpha$  berkisar dari 0 sampai 1. Jika nilai  $\alpha$  adalah 0, maka tidak ada bunyi yang diserap oleh

material tersebut. Sebaliknya jika nilai  $\alpha$  adalah 1, maka 100% bunyi diserap oleh material. Peralatan yang digunakan untuk pengujian koefisien absorpsi suara ini adalah impedance tube dengan standarisasi ASTM E1050 yang ditunjukkan oleh **Gambar 3.2**.



**Gambar 3. 2** Rangkaian Alat Uji Absorpsi (ASTM E1050)

Adapun rangkaian alat pada pengujian ini ditunjukkan oleh Gambar 3.3 dan dijelaskan sebagai berikut:

1. Acoustic Material Testing 3560C – S29: Untuk menganalisa sinyal yang diterima mikrofon
2. Power Amplifier 2716C: Untuk menguatkan gelombang bunyi
3. Impedance Tube kit 4206: Sebagai tempat pengukuran koefisien serapan sampel
4. Komputer: Untuk mengelolah dan menampilkan data pengujian

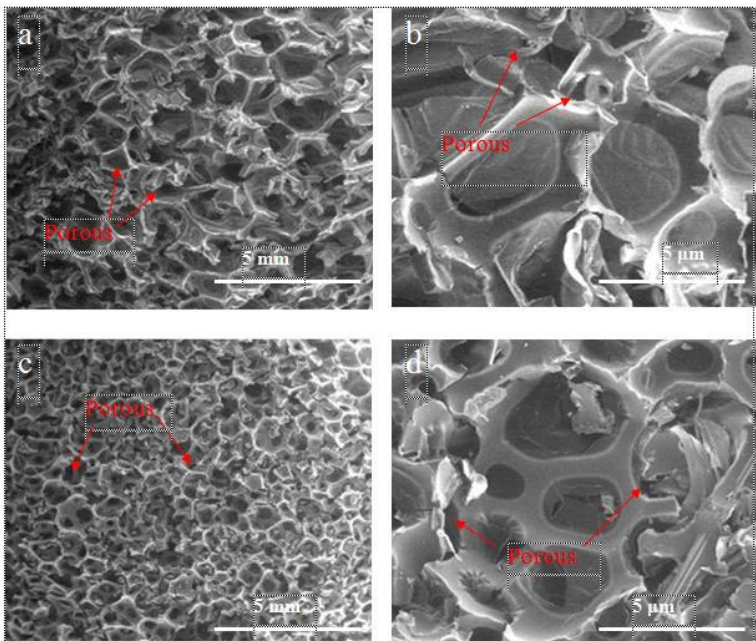
*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

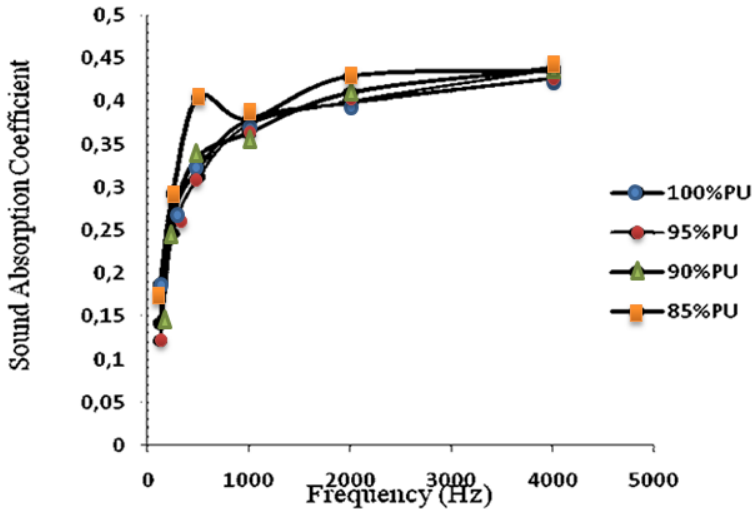
### 4.1 Analisa Data

Pada penelitian Farid dkk, (2017) dibahas tentang nilai koefisien absorpsi suara pada komposit *polyurethane* / bambu. Diberikan beberapa spesimen yang terdiri dari penambahan serat bambu pada *polyurethane*. Dijelaskan pada Gambar 4.1 yakni bentuk dan struktur pori pada penelitian oleh Farid dkk.



**Gambar 4. 1** 100% PU dengan pembesaran 50x (a), 250x (b), (85% PU) dengan perbesaran 50x (c) dan 250x (d) (Farid dkk, 2017)

Gambar 4.1 menunjukkan hasil uji SEM pada komposit PU/bambu petung dengan penambahan 15% dan tanpa penambahan, dimana struktur pori pada penambahan 15% memiliki pori yang lebih kecil dari pada tanpa penambahan.

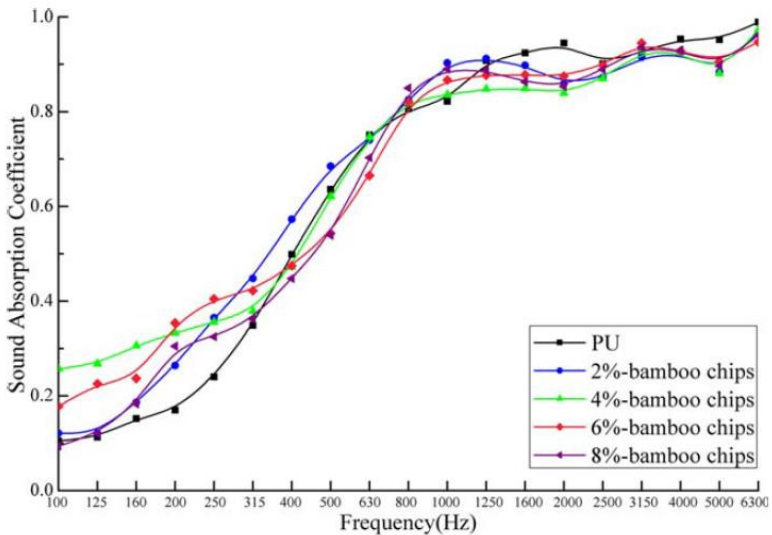


**Gambar 4.2** Nilai Koefisien Absorpsi Suara (Farid dkk, 2017)

Dalam **Gambar 4.2** disebutkan bahwa nilai koefisien absorpsi suara rata – rata tertinggi diperoleh komposit 85% PU, dan untuk spesimen 100% PU memiliki nilai koefisien absorpsi dibawah spesimen 85% PU, bahkan terendah diantara 3 spesimen lainnya. Pada spesimen 85% PU memiliki nilai koefisien absorpsi suara tertinggi pada range frekuensi rendah antara 0-1000 Hz. Spesimen 85% PU memiliki ukuran diameter pori lebih besar dan memiliki nilai koefisien absorpsi yang lebih baik dibandingkan dengan spesimen 100% PU dengan diameter ukuran pori yang lebih kecil (Farid dkk, 2017).

Penelitian oleh Chen, dkk (2018) membahas tentang nilai koefisien absorpsi suara pada komposit *polyurethane* / bambu.

Dengan ukuran pori dijelaskan pada Gambar 4.3 dimana penambahan bambu ini adalah sebesar 2%, 4%, 6%, 8%. Hasil nilai koefisien absorpsi suara pada penelitian Chen, dkk (2018) dijelaskan pada gambar berikut.

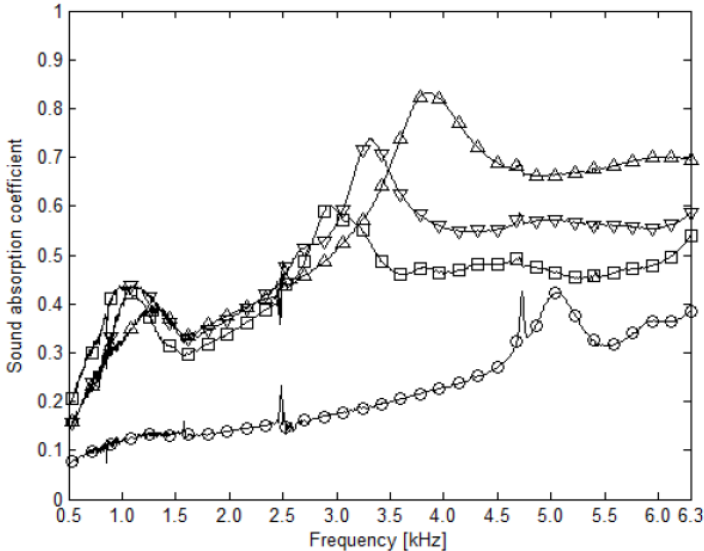


**Gambar 4. 3** Nilai Koefisien Absorpsi Suara (Chen dkk, 2018)

Dalam penelitian Chen dkk ini spesimen PU murni memiliki nilai koefisien absorpsi rendah di dalam rentang 0 – 500 Hz, namun nilai koefisien absorpsi semakin tinggi hingga tertinggi diantara yang lain pada *range* frekuensi 1500 – 6000 Hz. Disebutkan bahwa dengan penambahan 2% dan 4% serat bambu dapat menyebabkan penurunan pori pada komposit polyurethane / bambu. Sehingga nilai koefisien absorpsi nya menurun. Rentang perbedaan nilai koefisien absorpsi suara pada penelitian Chen dkk ini sangat tipis sekali, sehingga tidak bisa dibedakan secara jelas (Chen 2016).

Penelitian oleh Yesin dkk, 2011 meneliti tentang nilai koefisien absorpsi suara pada *polyurethane*/bambu pada

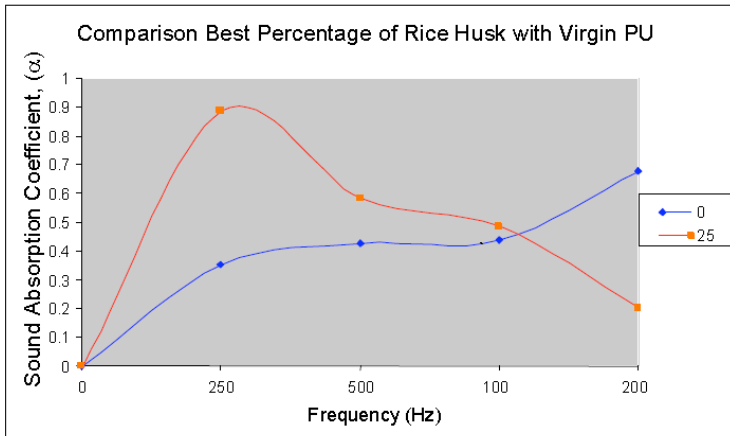
penambahan 0%, 4%, 8% dan 12%. Nilai koefisien absorpsi suara dijelaskan pada gambar berikut.



**Gambar 4. 4** Nilai Alfa PU/bambu (Yesin dkk, 2011)

Dalam hasil pengujian yang disebutkan pada Gambar 4.4 bahwa nilai tertinggi diperoleh pada spesimen PU/bambu dengan penambahan 4% pada frekuensi 3000Hz sebesar 0,8. Dimana nilai koefisien absorpsi suara terendah dimiliki PU murni yang stabil pada range 0,1-0,4. Hal ini dapat disebabkan oleh bambu yang diuji memiliki selulosa yang tinggi, sehingga memiliki pori yang lebih baik pada serat bambu tersebut, sehingga nilai koefisien absorpsi suara dengan penambahan 4% sangat tinggi.

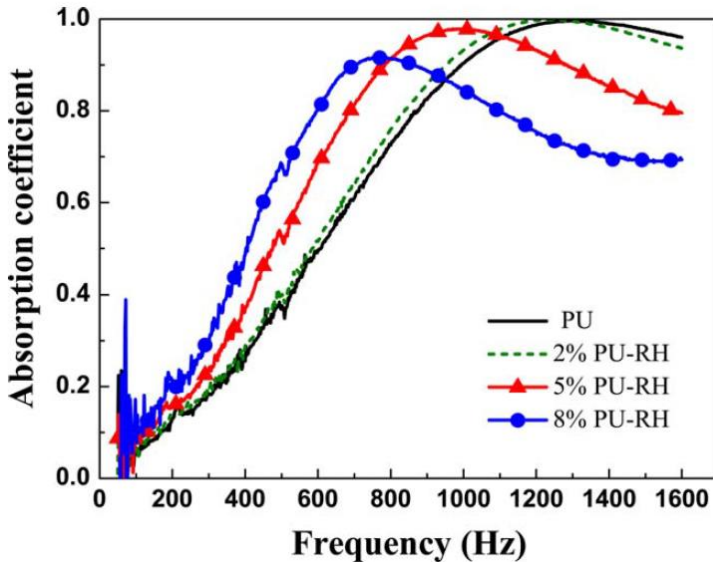
Penelitian oleh Mazhan dkk, (2009) meneliti tentang nilai koefisien absorpsi suara komposit *polyurethane* / sekam padi. Didapatkan sebuah komparasi yang disebutkan pada Gambar 4.5 dengan perbandingan komposit dengan penambahan 25% sekam padi dengan komposit *polyurethane* murni.



**Gambar 4. 5** Nilai Koefisien Absorpsi Suara (Mazhan dkk, 2009)

Pada hasil pengujian yang dilakukan oleh Mazhan dkk, didapatkan hasil dengan *range* frekuensi dari 0 Hz hingga 200 Hz. Hasil nya pada frekuensi 0-100, komposit dengan penambahan 25% sekam padi memiliki nilai koefisien absorpsi yang lebih tinggi di awal frekuensi atau pada range 0-1000 Hz. Namun pada frekuensi tinggi setelah 1000 Hz, nilai koefisien absorpsi menurun. Spesimen dengan 0% sekam padi memiliki nilai koefisien absorpsi yang meningkat pada frekuensi setelah 1000 Hz (Mahzan 2009).

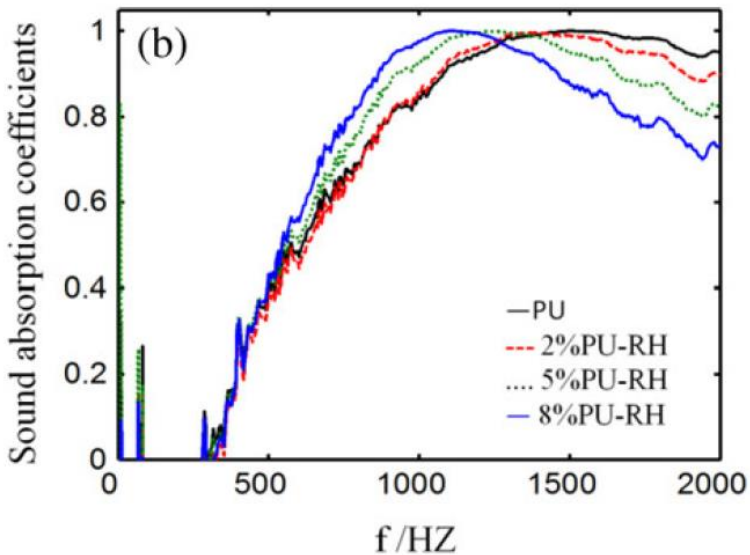
Penelitian oleh Wang dkk (2013) tentang nilai koefisien absorpsi suara komposit *polyurethane* / sekam padi. Dimana diberikan variasi spesimen komposit dengan 100% PU, 2% sekam padi, 5% sekam padi, dan 8% sekam padi. Hasil pengujian dan nilai koefisien absorpsi dapat dilihat pada Gambar 4.6 pada berikut ini.



**Gambar 4. 6** Nilai Koefisien Absorpsi (Wang dkk, 2013)

Hasil pada penelitian Wang dkk, pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa penambahan sekam padi memiliki nilai koefisien absorpsi yang berbeda dengan persentase penambahan serat. Pada serat PU murni dan 2% sekam padi, cenderung memiliki nilai koefisien absorpsi suara rendah pada frekuensi 200 – 1200 Hz, namun pada 1200 – 1600 Hz, keduanya memiliki nilai koefisien absorpsi tinggi, sedangkan pada penambahan 5% dan 8% sekam padi pada frekuensi 800 Hz mengalami penurunan nilai koefisien absorpsi suara hingga frekuensi 1600 Hz (Wang dkk, 2013).

Pada penelitian oleh Wang dkk, 2018 diberikan juga spesimen dengan penambahan 0%, 2%, 5% dan 8%. Dengan nilai koefisien absorpsi suara dijelaskan pada grafik berikut ini.



**Gambar 4. 7** Nilai Alfa pada PU/sekam padi (Wang dkk, 2018)

Hasil pada penelitian Wang dkk, 2018 ini yang dijelaskan pada Gambar 4.7 dijelaskan hampir sama dengan penelitian di 2013 oleh Wang, dkk. Dimana penambahan sekam padi 8% memiliki nilai koefisien absorpsi suara tinggi pada frekuensi 1000 Hz, sementara pada frekuensi 2000 Hz nilainya turun menjadi 0,7. Pada frekuensi 2000 Hz, spesimen yang memiliki nilai koefisien absorpsi terbesar adalah pada penambahan 0% sekam padi (Wang dkk, 2018).

## 4.2 Pembahasan

Pada review jurnal ini dilakukan pembahasan dengan ruang lingkup pembahasan jurnal sebagai berikut.

**Tabel 4. 1** Nilai Koefisien Absorpsi Suara Frekuensi Rendah

Jurnal	Matriks	% serat	$\alpha$ max	F
Farid dkk (2016)	<i>Polyurethane / Bambu</i>	0%	0,32	500 - 800 Hz
		15%	0,42	500 - 800 Hz
Chen dkk (2018)	<i>Polyurethane / Bambu</i>	0%	0,5	500 - 800 Hz
		2%	0,7	500 - 800 Hz
		4%	0,6	500 - 800 Hz
		6%	0,6	500 - 800 Hz
		8%	0,7	500 - 800 Hz
Yesin dkk (2011)	<i>Polyurethane/ Bambu</i>	0%	0,1	500 - 800 Hz
		4%	0,3	500 - 800 Hz
		8%	0,35	500 - 800 Hz
		12%	0,4	500 - 800 Hz
Mazhan dkk (2009)	<i>Polyurethane / sekam padi</i>	0%	0,4	500 - 800 Hz
		25%	0,6	500 - 800 Hz
Wang dkk (2013)	<i>Polyurethane / sekam padi</i>	0%	0,5	500 - 800 Hz
		2%	0,5	500 - 800 Hz
		5%	0,9	500 - 800 Hz
		8%	0,9	500 - 800 Hz
Wang dkk (2018)	<i>Polyurethane / sekam padi</i>	0%	0,5	500 - 800 Hz
		2%	0,5	500 - 800 Hz
		5%	0,9	500 - 800 Hz
		8%	0,9	500 - 800 Hz



**Tabel 4. 2** Nilai Koefisien Absorpsi Suara Frekuensi Sedang

Jurnal	Matriks	% serat	$\alpha$ max	F
Farid dkk (2016)	<i>Polyurethane / Bambu</i>	0%	0,4	1600 – 2000 Hz
		15%	0,45	1600 – 2000 Hz
Chen dkk (2018)	<i>Polyurethane / Bambu</i>	0%	0,95	1600 – 2000 Hz
		2%	0,82	1600 – 2000 Hz
		4%	0,82	1600 – 2000 Hz
		6%	0,82	1600 – 2000 Hz
		8%	0,82	1600 – 2000 Hz
Yesin dkk (2011)	<i>Polyurethane / Bambu</i>	0%	0,15	1600 – 2000 Hz
		4%	0,7	1600 – 2000 Hz
		8%	0,6	1600 – 2000 Hz
		12%	0,6	1600 – 2000 Hz
Mazhan dkk (2009)	<i>Polyurethane / sekam padi</i>	0%	0,7	1600 – 2000 Hz
		25%	0,25	1600 – 2000 Hz
Wang dkk (2013)	<i>Polyurethane / sekam padi</i>	0%	0,97	1600 – 2000 Hz
		2%	0,95	1600 – 2000 Hz
		5%	0,8	1600 – 2000 Hz
		8%	0,7	1600 – 2000 Hz
Wang dkk (2013)	<i>Polyurethane / sekam padi</i>	0%	0,9	1600 – 2000 Hz
		2%	0,85	1600 – 2000 Hz
		5%	0,8	1600 – 2000 Hz
		8%	0,7	1600 – 2000 Hz

Dari beberapa penelitian diatas memberikan data bahwa penambahan serat alam pada *polyurethane* memiliki pengaruh yang berbeda – beda pada nilai koefisien absorpsi suara masing – masing. Pada dasarnya, penambahan serat semakin besar akan mengakibatkan meningkatnya densitas, dengan meningkatnya densitas, persentase porositas komposit akan rendah seiring komposit tersebut semakin rapat.

Penyerapan suara sangat bergantung pada kerapatan / kepadatan permukaan dan jenis frekuensi bunyi yang datang (Wendy 2014). Sesuai dengan teori porositas pada proses

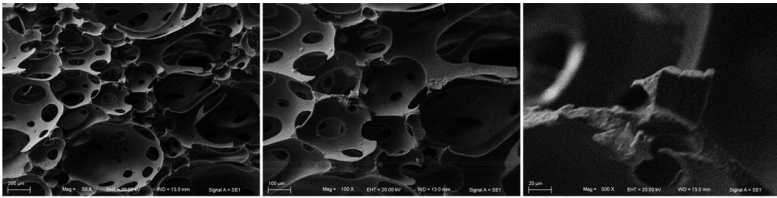
penyerapan suara suatu komposit, porositas rendah memiliki nilai koefisien absorpsi suara yang lebih kecil daripada komposit dengan porositas tinggi pada frekuensi tertentu.

Hal ini juga ditunjukkan pada Tabel 4.3 pada penelitian oleh Wang dkk (2018), dimana diberikan nilai porositas yang semakin tinggi pada PU murni, dan 8% penambahan sekam padi memiliki porositas paling rendah. Dimana hasil penelitian ini yang dijelaskan pada Gambar 4.6 yaitu didapatkan penambahan 8% memiliki nilai koefisien absorpsi suara tinggi pada frekuensi 0-500 Hz, dan pada PU murni mendapat nilai koefisien absorpsi suara tinggi pada frekuensi 2000-4000 Hz. Hal ini menyimpulkan bahwa material dengan porositas rendah dapat diaplikasikan pada penyerapan suara dengan frekuensi rendah (0-1000 Hz), sedangkan material dengan porositas tinggi dapat diaplikasikan pada frekuensi sedang - tinggi (1500-4000 Hz).

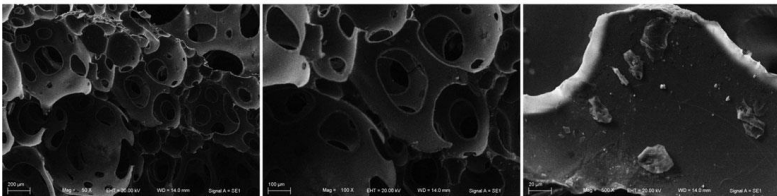
Pada Gambar 4.8 diberikan hasil SEM oleh Wang dkk, mengenai mengecilnya persentase porositas pada komposit setelah penambahan serat semakin tinggi. Dikaitkan dengan nilai koefisien absorpsi suaranya, pada porositas rendah, nilai koefisien absorpsi suara pada penambahan 5% dan 8% bagus pada frekuensi rendah, namun turun pada frekuensi tinggi. Sementara pada 0% penambahan justru tinggi nilai koefisien absorpsi suara pada frekuensi sedang. Hal ini menunjukkan bahwa porositas tinggi cenderung menyerap suara lebih banyak pada frekuensi tinggi. Dan porositas rendah cenderung menyerap suara lebih banyak pada frekuensi rendah pada komposit PU/sekam padi.

**Tabel 4. 3** Porositas Spesimen Uji (Wang dkk, 2018)

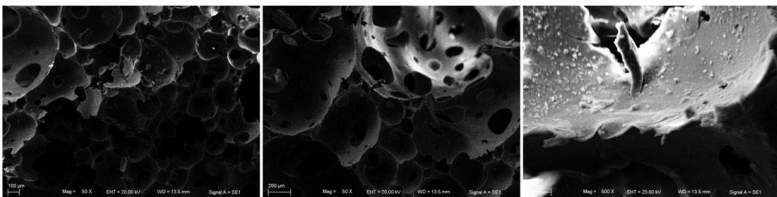
<b>Sampel</b>	<b>Porositas</b>
PU Foam	0,9126
PU+2% sekam padi	0,8692
PU+5% sekam padi	0,8733
PU+8% sekam padi	0,8620



(a) PU-RH composites with 2% RH



(b) PU-RH composites with 5% RH



(c) PU-RH composites with 8% RH

**Gambar 4. 8** Struktur Pori (a) 2% sekam padi (b) 5% sekam padi (c) 8% sekam padi (Wang dkk, 2018)

**Tabel 4. 4** Porositas Spesimen Uji (Taban dkk, 2020)

Sampel	Bulk Density	Porosity
1	150	89,28 %
2	200	85,21 %
3	150	89,51 %
4	200	85,96 %
5	150	89,73 %
6	200	86,18 %
7	150	89,94 %
9	200	86,39 %

Dalam penelitian oleh Taban dkk, mendapatkan data dalam Tabel 4.4 dimana perbedaan densitas memiliki perbedaan porositasnya juga. Densitas semakin tinggi akan memengaruhi porositas akan semakin rendah. Dalam penelitian Afira dkk (2017) juga disebutkan bahwa penambahan tinggi akan menyebabkan nilai porositasnya menjadi rendah. Dalam hasilnya disebutkan juga bahwa pada frekuensi rendah, material dengan densitas tinggi lebih mudah diserap suaranya daripada densitas rendah.

Pada penelitian Farid dkk dijelaskan bahwa, *polyurethane* yang memiliki ukuran sel lebih besar memiliki koefisien penyerapan suara lebih besar dari *polyurethane* yang memiliki ukuran sel lebih kecil pada frekuensi tertentu. Sel busa besar (pori) pada *polyurethane* menghasilkan deformasi dinding sel yang lebih besar, sehingga menyebabkan lebih banyak energi suara yang dapat dikonversi menjadi energi kinetik.

Komposit berpori yang memiliki struktur pori lebih besar cenderung memiliki nilai koefisien absorbs yang tinggi pada frekuensi tertentu (2000 – 4000 Hz), menurut Afira dkk (2017), hal ini dikarenakan penyerapan suara pada frekuensi tinggi baik untuk material dengan kerapatan rendah (banyak pori / porositas tinggi).

Menurut Rizal dkk, (2015), frekuensi rendah dengan panjang gelombang yang panjang saat melewati material absorpsi berpori, bunyi yang datang lebih banyak dipantulkan atau diteruskan daripada diserap. Frekuensi besar dengan panjang gelombang yang pendek saat melewati material absorpsi berpori bunyi yang datang lebih banyak diserap daripada dipantulkan atau diteruskan. Oleh karena itu pada material absorpsi berpori nilai koefisien absorpsinya lebih efektif pada frekuensi tinggi (Rizal dkk, 2015).

Namun pada penambahan serat ada beberapa hal yang harus diketahui diantaranya ukuran serat yang lebih kecil akan semakin baik bagi komposit. Serat yang lebih kecil akan lebih baik karena tidak akan menutupi pori, dan dapat memperbanyak prosentase porositas pada komposit. Sehingga nilai koefisien absorpsi nya akan tinggi.

Penulis sebelumnya juga telah memiliki hasil penelitian tentang morfologi dari serat bambu. Dimana didapatkan serat bambu yang kecil didapatkan dari perlakuan pada proses preparasi. Diantaranya alkalisasi dan bleaching. Dimana apabila dilakukan kedua proses preparasi akan memengaruhi ukuran serat semakin kecil. Pada hasil pengujian penulis berhasil mendapatkan ukuran serat bambu hingga berukuran 10-20 mikron.

### **4.3 Kritisasi Jurnal**

Beberapa jurnal internasional yang didapat sudah menjelaskan nilai koefisien absorpsi suara dengan penjelasan yang jelas. Namun beberapa jurnal yang didapat belum menjelaskan lebih lanjut mengenai efek frekuensi terhadap nilai koefisien absorpsi suara. Beberapa jurnal juga belum ada penjelasan lebih lanjut mengenai fungsi material berpori pada nilai koefisien absorpsi suara pada frekuensi tertentu. Sedangkan frekuensi adalah sebuah variabel yang ada pada nilai koefisien absorpsi itu sendiri.

Beberapa jurnal juga ada yang tidak menyertakan dimensi serta ukuran pada spesimen secara jelas pada spesimen uji. Beberapa juga belum menjelaskan persentase porositas pada masing – masing spesimen yang diuji. Hanya pada penelitian oleh Wang dkk, yang memiliki nilai persentase porositas pada masing – masing spesimen nya. Pada jurnal Mahzan dkk, juga masih belum ditemukan nilai persentase porositasnya.

Pada jurnal penelitian oleh Taban dkk, nilai koefisien polyurethane murni memiliki nilai yang paling rendah dari pada spesimen uji dengan penambahan serat, namun hal ini tidak dibahas lebih lanjut mengenai porositas yang dimiliki pada tiap spesimen dan densitas pada tiap spesimen, karena apabila diberikan kedua faktor tersebut akan sangat mendukung penjelasan dari jurnal penelitian tersebut.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan dari review jurnal yang telah dilakukan adalah :

1. Semakin besar penambahan serat akan meningkatkan densitas komposit berpori, peningkatan densitas akan mengakibatkan semakin rendah porositasnya.
2. Penambahan serat yang tinggi mengakibatkan nilai koefisien absorpsi suara pada komposit berpori turun pada frekuensi <1600 Hz. Nilai koefisien absorpsi suara tertinggi PU/bambu di frekuensi 500-800 Hz sebesar 0,7 dengan 8% penambahan sedangkan di frekuensi 1600-2000 Hz nilai tertinggi sebesar 0,95 dengan 0% penambahan. Nilai koefisien absorpsi suara tertinggi PU/sekam padi di frekuensi 500-800Hz sebesar 0,9 dengan 8% serat sekam padi sedangkan di frekuensi 1600-2000 Hz nilai tertinggi sebesar 0,97 dengan 0% penambahan.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat diberikan dari review jurnal yang telah dilakukan adalah :

1. Penambahan serat bambu pada komposit polyurethane / bambu yang direkomendasikan sesuai review jurnal adalah dengan penambahan sekitar 8% - 15% untuk frekuensi 500-800 Hz, sementara pada frekuensi 1600-2000Hz, dapat menggunakan dengan 0% penambahan serat bambu.
2. Penambahan serat sekam padi pada komposit polyurethane / sekam padi yang direkomendasikan sesuai review jurnal pada frekuensi 1600-2000 Hz adalah dengan 0% / 2% penambahan serat. Pada frekuensi 500-800Hz dapat menggunakan penambahan 5% serat sekam padi.
3. Untuk penggunaan aplikasi penyerap suara pada frekuensi rendah (0 - 1000 Hz) dapat menggunakan penambahan serat yang tinggi (diatas 8%), apabila diperlukan untuk aplikasi

---

pada frekuensi tinggi (1500-3000 Hz), disarankan penambahan serat yang rendah (dibawah 2%).

4. Ukuran serat semakin kecil akan semakin baik agar tidak menutupi pori komposit.



---

---

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, H. D. 2007. Karakteristik Panel Akustik Sampah Kota Pada Frekuensi Rendah dan Frekuensi Tinggi Akibat Variasi Kadar Bahan Anorganik. *Jurnal Teknik Gelagar*. Universitas Negeri Surakarta.
- Astika, I M., Lokantara, I P., Karohika, I G. 2013. Sifat Mekanis Komposit Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. Vol 6. Universitas Udayana.
- Summing, C., Jiang, Y. 2016. The Acoustic Property Study of Polyurethane Foam With Addition of Bamboo Leaves Particles. *Polymer Composites Wiley Online Library. VC 2016 Society of Plastic Engineers*.
- Farid, M., Purniawan, A., Rasyida, A., Ramadhani, A., Komariyah, S. 2017. Improvement of acoustical characteristics : wideband bamboo based polymer composite. *Innovation in Polymer Science and Technology 2016. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 223
- Hayat, W., Syakhbaniah., Darvina, Y. 2013. Pengaruh Kerapatan Terhadap koefisien Absorpsi Bunyi Papan Partikel Serat Daun Nenas. *Pillar of Physics 1*.
- Howard, D.M. (2009). *Acoustics And Psychoacoustic*. London : Focal Press.
- Istiadi, A D. Binarti, F. 2007. Studi Simulasi Ecotect Sebagai Pendekatan Redesain Akustik Auditorium. *Dimensi Teknik Arsitektur*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Jebanisky, R. 2000. *Absorbtion Mufflers in Exhaust System*. Germany: J. Eberspacher GmbH & Co.
- Jorge P, A ., Malcolm J. C. 2010. *Recent Trends in Porous Sound-Absorbing Materials*, University Austral of Chile,

- 
- Valdivia, Chile and, Auburn University, Auburn, Alabama, Sound and Vibration.
- Klempner, D. 2011. Recycling of Polyurethane. *Shrop shire : Rapra Technology*.
- Mahzan, S., Ahmad Zaidi, AM., Ghazali, M.I., Yahya, M.N., Ismail, M. 2009. Investigation on Sound Absorption of Rice-Husk Reinforced Composite. *Proceedings of MUCEET2009. Malaysian Technical Universities Conference on Engineering and Technology*. June 20-22, 2009, MS Garden, Kuantan, Pahang, Malaysia
- Maryanti, B. 2011. Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa – Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin Vol 2*. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- Mawardi, I. Sonief, A., Wahyudi, S. 2017. Kajian Perlakuan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanis Komposit Epoksi Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Polimesin* 15.
- Mediastika. 2005. *Akustika Bangunan Prinsip - Prinsip dan Penerapanya di Indonesia*. Yogyakarta: 2005.
- Mutia, P., Ngatijo., Fahyuan, H. 2019. Pengaruh Jenis Serat Alam Terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi Sebagai Peredam Kebisingan . *Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya* 3.
- Nordgren. 2010. Optimising Open Porous Foam for Acoustical and Vibrational Performance. *J. Sound and Vibration*.
- Ola, F. 2015. Aplikasi Variabel Penyerap Bunyi Sederhana Untuk Waktu Dengung Frekuensi Menengah Atas Pada Auditorium Fakultas Kedokteran UGM. *Jurnal Arsitektur Komposisi*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- Park, J-M. Kim, P-G., Jang, J-H., Wang, Z., Hwang, B-S., DeVries, K-L. 2008. Interfacial Evaluation and Durability
-

---

of Modified Jute Fibers/Polypropylene (PP) Composites Using Micromechanical Test and Acoustic Emission. *Composites Part B*.

- Pratiwi, P., Fahmi, H., Saputra, F. 2017. Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Redaman Suara Komposit Berpenguat Serat Pinang. *Jurnal SIMETRIS* 8: 2.
- Rachmadhani. 2017. Karakterisasi Komposit Silicone Rubber Berpenguat Nanosellulosa Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Barium Heksaferit Untuk Aplikasi Penyerap Suara dan Penyerap Radar . *Jurnal ITS*.
- Rizal, A. Elvaswer., 2015. Karakteristik Absorpsi dan Impedansi Material Akustik Serat Alam Ampas Tahu (Glyceline Max) Menggunakan Metode Tabung. *Jurnal Ilmu Fisika (JIF)*, Vol 7 No 1, Maret.
- Suandika, M. 2009. Pengaruh Biologis Efek Kebisingan Terhadap Makhluk Hidup. 3 : 27-29.
- Svagan, A.J., Jensen, P., Berglund, L.A., Furó, I., dan Dvinskikh,. 2010. Towards Tailored Hierarchical Structures in Starch-Based Cellulose Nanocomposites Prepared by Freeze Drying . *J. Mater. Chem. Vol. 20. Hal. 6646*.
- Taban, E., Soltani, P., Berrardi, U., Putra, A., Mohammad, S., Faridan, M., Samaei, S., Khavanin, A. 2020. Measurement, modeling, and optimization of sound absorption performance of Kenaf fibers for building applications. *Building and Environment*. Elsevier.
- Wang, Y. Zhang, C., Ren, L., Ichchou, M., Gallanad, A., Bareile, O. 2013. Influences of Rice Hull in Polyurethane Foam on Its Sound Absorbent Characteristics. *Polymer Composites*.
- Wang, Y., Wu, H., Zhang, C., Ren, L., Yu, H., Galland, A., Ichchou, M.. 2018. Acoustic Characteristics Parameters of Polyurethane Rice Husk Composites. *Polymer Composites*
-

- 
- Wendy, K. 2014. Studi Material Bangunan Yang Berpengaruh Pada Akustik Interior. *Dimensi Interior Vol 12, No. 2, 57-64*.
- Yesin, B., Nihal, S., Kucuk, H. 2010. Thermal Conductivity and Acoustic Properties of Natural Fiber Mixed Polyurethane Composites. *Tekstil ve Konfeksiyon*. Istanbul Aydin University Turkiye.
- Yoshimura, K., Nakano, K., Okamoto, K., Miyake, T. 2016. Flexible Tactile Sensor Materials Based on Carbon Microcoil/Siliconerubber Porous Composites. *Elsevier Composite Science and Technology* 123: 241-249.

---

---

## 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 analisa pengaruh penambahan NaCl terhadap nilai koefisien absorpsi suara pada komposit silicone rubber / bambu petung untuk aplikasi penyerap suara. Adapun lampiran pengerjaan penulis adalah sebagai berikut:

### **Pengolahan Filler Mikro 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 80 – 140  $\mu\text{m}$  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 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 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

### 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 5**. Melakukan drying pada temperatur 110 °C untuk menghilangkan sisa air.



**Gambar 5** Menguapkan NaCl untuk membentuk pori



---

### **Pembuatan Komposit Silicone Rubber / Bambu Petung**

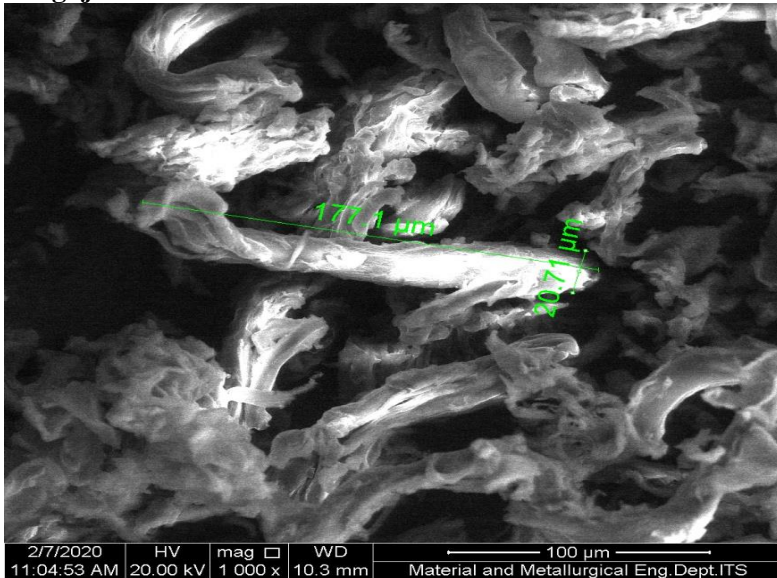
Penulis sempat mencoba membuat atau trial komposit silicone rubber / bambu petung dimana hasilnya adalah sebagai berikut.



**Gambar 6** Hasil trial komposit SR/Bambu

Proses pembuatan komposit ini adalah perpaduan dari proses pembuatan filler mikro bambu petung dan pembuatan silicon rubber, dimana dilakukan pencampuran antara kedua bahan yang sudah siap tersebut. Sehingga terbentuknya komposit pada gambar diatas.

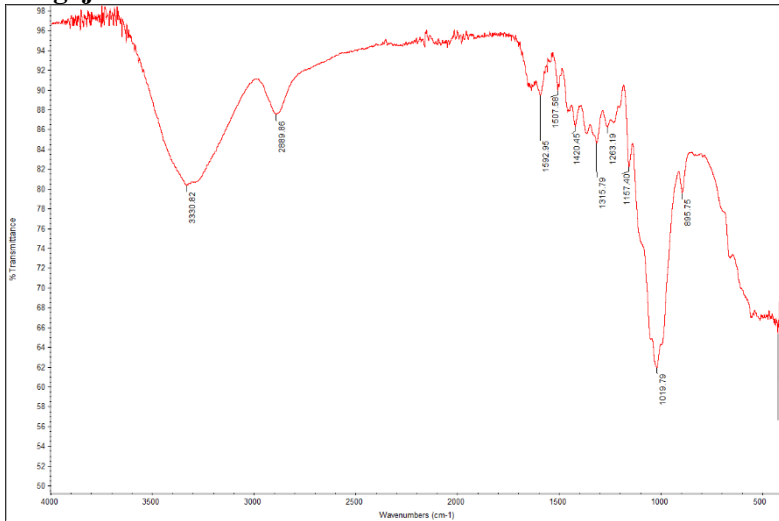
## Pengujian SEM



**Gambar 7** Hasil trial uji SEM

Dalam pengujian SEM hasil trial didapatkan ukuran serat mengecil hingga 20 mikro meter. Serat ini diberi perlakuan alkalisasi dengan NaOH 5% selama 3 jam dengan temperatur 70°C, dan dengan perlakuan bleaching dengan aquades. Menurut Mondragon, dkk (2014), pemberian perlakuan hidrolisis asam dimaksudkan untuk mengubah struktur menjadi lebih kecil. (Rilek dkk, 2017).

## Pengujian FTIR



**Gambar 8** Hasil pengujian FTIR

**Tabel 1** Daerah serapan FTIR

Peak (cm <sup>-1</sup> )	Jenis Ikatan	Gugus Fungsi
3330,82	O-H	Alkohol
2889,86; 1420,45	C-H	Alkana
1592,95; 1507,58	C=C	Cincin aromatik
1263,19; 1157,40; 1019,79	C-O	Alkohol

Pada daerah serapan 3300.82 cm<sup>-1</sup> terdapat ikatan O-H. Skoog, dkk (2018) menjelaskan bahwa daerah serapan 3200 – 3600 cm<sup>-1</sup> merupakan ikatan O-H yang senyawanya adalah alkohol. Pada daerah serapan 3300.78 cm<sup>-1</sup>, terlihat bahwa puncak serapan gugus O-H yang semakin tajam. Hal ini disebabkan karena adanya perlakuan basa, oksidasi dan hidrolisis asam. Semakin tajamnya ini disebabkan gugus asam dan alkohol yang terdapat pada nanoselulosa. Pergeseran bilangan gelombang 2889,86 cm<sup>-1</sup> menunjukkan serapan gugus fungsi C-H. Pergeseran ini dipengaruhi oleh transformasi perubahan ikatan inter dan

---

intermolekul selulosa. (Triyasiti & Krisdiyanto, 2018). Pada daerah serapan 1592,95  $\text{cm}^{-1}$  merupakan ikatan  $\text{C}=\text{C}$ . Fan, dkk (2012) menjelaskan bahwa pada ikatan  $\text{C}=\text{C}$  di daerah serapan 1610 – 1680  $\text{cm}^{-1}$  merupakan senyawa alkena. Proses alkalisasi dilakukan untuk menghilangkan komponen pengisi serat yang mengganggu dalam menentukan ikatan serta kekuatan antar muka yaitu lignin. Daerah serapan 1500 – 1600  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan bahwa suatu material masih terdapat lignin (Puspita Dewi, et al., 2018). Pada daerah serapan 1157.40  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan  $\text{C}-\text{O}$  yang mewakili gugus ester.

## 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 yang selalu menjadi sumber kekuatan dan perlindungan bagi penulis dalam melaksanakan tugas akhir.
2. Ibu, ayah dan adik saya, serta keluarga besar saya yang telah membantu dan menyemangati penulis melaksanakan tugas akhir secara moral dan materiil.
3. Bapak Moh. Farid DEA selaku dosen pembimbing 1 yang selalu membimbing penulis dan rekan penulis dalam penyusunan tugas akhir.
4. Bapak Haniffudin Nurdiansah, S.T, M.T selaku dosen pembimbing 2 yang selalu membimbing penulis dan rekan penulis dalam penyusunan tugas akhir.
5. Bapak Alvian Toto Wibisono S.T, M.T dan Ibu Amaliya Rasyida S.T, M.Sc selaku dosen wali penulis.
6. Segenap dosen dan karyawan di Departemen Teknik Material dan Metalurgi.
7. Keluarga besar MFC yang menemani penulis selama 4 tahun, sehingga mendapatkan banyak pengalaman dan prestasi.
8. Daniel, Oska, Dipo, Marco, Yuli, Nurul dan Anggi. Teman – teman yg saya banggakan yang merupakan penggiat tugas akhir bersama penulis di Lab. Manuf.
9. Teman – teman MT18 yang telah menemani selama 4 tahun di masa perkuliahan dengan segala perjuanganya.
10. Seluruh pihak yang ada dalam kehidupan penulis selama 4 tahun di ITS.

Seluruh pihak yang belum saya sebutkan namanya dan membantu baik moril maupun materiil

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



Farros Taqy Abdillah lahir pada tanggal 23 Juni 1997 di Nganjuk. Anak pertama dari dua bersaudara, putra kandung dari bapak Sentot Kusairi dan Ibu Mahyuda Hayati. Penulis menempuh pendidikan formal dimulai dari TK ABA 23 Malang (2002-2004), MIN Malang 1 (2004-2010), SMPN 1 Malang (2010-2013), SMAN 3 Malang (2013-2016). Penulis melanjutkan studinya di Departemen Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi

Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama menjalani pendidikan studi, penulis aktif dalam berbagai macam organisasi dan kegiatan. Penulis berkecimpung di dalam kepengurusan himpunan jurusan yaitu HMMT FTI ITS, pada 2017/2018 dan 2018/2019, sebagai staff BSO-MB HMMT FTI-ITS dan Wakil Ketua Divisi Olahraga BSO-MB HMMT FTI-ITS. Penulis aktif mengikuti kegiatan olahraga yaitu futsal bersama tim HMMT FTI-ITS, dan aktif dalam kegiatan lomba yang diadakan, dan memenangkan 2 gelar IFC 2017 dan IFC 2018, serta turnamen nasional KOTMMA 2018 di Jakarta. Penulis melaksanakan Kerja Praktik pada 2019 di PT.Spindo, Tbk Rungkut - Surabaya. Sebagai tugas akhir, penulis mengambil topik material inovatif dengan judul “Pengaruh Persentase Penambahan Serat terhadap Nilai Koefisien Absorpsi Suara Komposit Polyurethane Berpengisi Serat Alam untuk Aplikasi Penyerap Suara”.

Email : [farrostaqyabdillah@gmail.com](mailto:farrostaqyabdillah@gmail.com)

