

**PENGARUH VOLUME SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI PENGUAT  
KOMPOSIT POLIMER DENGAN MATRIKS RESIN POLYESTER PADA  
PENYERAPAN BUNYI BAHAN AKUSTIK**

*Diajukan sebagai salah satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
(S.Si) Pada Program Studi Fisika*



Oleh :  
Rifki Algifahri  
NIM : 17034054

Pembimbing:  
Dr. Ramli, S.Pd, M.Si  
NIP. 19730204.200112.1.002

**PROGRAM STUDI FISIKA  
JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2022**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

### PENGARUH VOLUME SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI PENGUAT KOMPOSIT POLIMER DENGAN Matriks RESIN POLYESTER PADA PENYERAPAN BUNYI BAHAN AKUSTIK

Nama : Rifki Algifahri  
NIM : 17034054  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

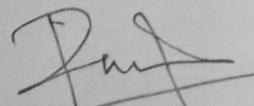
Padang, 23 Februari 2022

Mengetahui:  
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Ratnawulan, M.Si  
NIP. 196901201993032 002

Disetujui Oleh :  
Pembimbing



Dr. Ramli, S.Pd, M.Si  
NIP. 197302042001121 002

## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

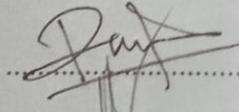
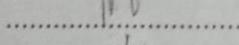
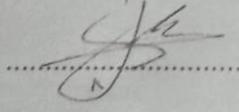
Nama : Rifki Algifahri  
NIM : 17034054  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### PENGARUH VOLUME SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI PENGUAT KOMPOSIT POLIMER DENGAN MATRIKS RESIN POLYESTER PADA PENYERAPAN BUNYI BAHAN AKUSTIK

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Skripsi  
Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, 23 Februari 2022

#### Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Dr. Ramli, S.Pd, M.Si	
Penguji 1	: Dr. Ratnawulan, M.Si	
Penguji 2	: Dra. Yenni Darvina, M.Si	

## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rifki Algifahri

NIM/TM : 17034054/2017

Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : FMIPA

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul : “Pengaruh Volume Serat Sabut Kelapa Sebagai Penguat Komposit Polimer Dengan Matriks Resin Polyester Pada Penyerapan Bunyi Bahan Akustik” adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi UNP maupun dimasyarakat dan hukum Negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Saya yang menyatakan,



Rifki Algifahri  
NIM. 17034054

# Pengaruh Volume Serat Sabut Kelapa Sebagai Penguat Komposit Polimer Dengan Matriks Resin Polyester Pada Penyerapan Bunyi Bahan Akustik

Rifki Algifahri

## ABSTRAK

Serat alam pada umumnya memiliki kemampuan menyerap suara untuk mengendalikan kebisingan. Untuk mengurangi kebisingan dapat menggunakan material akustik, maka dalam penelitian ini dibuat komposit peredam suara berpenguat serat sabut kelapa. Komposit terdiri dari serat kelapa yang telah di alkalisasi dengan NaOH 5% selama 2 jam dan resin polyester yang diproses dengan hotpress pada tekanan  $2 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ . Perbandingan volume serat : resin polyester yang digunakan yaitu 10%:90, 15%:85%, 20:80%, 25%:75% dan 30%:70%. Sehingga dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh dari volume serat terhadap koefisien absorpsi bunyi, koefisien refleksi bunyi dan porositas bahan.

Metode penelitian dilakukan dalam yaitu pengambilan serat sabut kelapa, pembuatan komposit dan pengujian sifat penyerapan bunyi menggunakan tabung impedansi. Pengujian koefisien refleksi bunyi dan juga pengujian koefisien absorpsi bunyi dilakukan dengan menggunakan alat tabung impedansi sesuai dengan ASTM C384-04. Pengujian porositas bahan dilakukan menggunakan neraca analitik dengan mengukur berat sampel ketika basah dan berat sampel ketika kering yang kemudian dihitung dengan menggunakan rumus yang mengacu pada ASTM D570-98.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa koefisien absorpsi dari komposit serat sabut kelapa dengan resin polyester untuk setiap variasi volume serat dan frekuensi memenuhi syarat sebagai bahan penyerapan bunyi hal ini didasari standar ISO 11654. Dari hasil analisis data yang dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa jika variasi volume serat meningkat maka koefisien absorpsi bunyi dan porositas bahan juga akan meningkat dan untuk koefisien refleksi bunyi jika volume serta meningkat maka koefisien refleksi bunyi akan menurun.

*serat sabut kelapa, Penyerap Bunyi bahan akustik, Tabung impedansi*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berkah, rahmat, dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Volume Serat Sabut Kelapa Sebagai Penguat Komposit Polimer Dengan Matriks Resin Polyester Pada Penyerapan Bunyi Bahan Akustik”**. Selanjutnya shalawat serta salam penulis sampaikan kepada Nabi besar Muhammad SAW yang telah memberi contoh dan suri tauladan yang baik bagi kita semua.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan masukan berupa sumbangan pikiran, bimbingan, saran dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ramli, S.Pd, M.Si, selaku pembimbing dalam skripsi dan pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan mengarahkan penulis dalam penulisan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Ratnawulan, M.Si, selaku penguji dan Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini.
3. Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si, selaku penguji yang telah memberikan saran dan dalam penulisan skripsi ini.
4. Ibu Syafriani, M.Si, Ph.D selaku Ketua Prodi Fisika , Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang .
5. Kedua orang tua tercinta , yang selalu memberikan doa , semangat serta dukungan dan dorongan kepada penulis dalam setiap aktivitas perkuliahan.
6. Seluruh staff pengajar jurusan fisika yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu pengetahuan selama perkuliahan
7. Seluruh staff administrasi dan laboratorium yang telah banyak membantu.

8. Selanjutnya keluarga besar jurusan fisika serta semua pihak yang telah banyak membantu hingga terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa banyak terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan dari pembaca agar dapat membantu dalam penyempurnaan skripsi ini kedepannya

Padang , Februari 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	i
DAFTAR TABEL .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	iv
BAB I	
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	6
D. Batasan Masalah .....	6
E. Manfaat Penelitian .....	6
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Komposit.....	8
B. Karakteristik Serat Sabut Kelapa .....	12
C. Teori Gelombang Bunyi .....	14
D. Transmisi Suara Melalui Penghalang .....	20
E. Mekanisme Bahan Penyerapan Berpori.....	22
F. Metoda Tabung Impedansi .....	23
G. Menentukan Porositas .....	26
BAB III	
METODE PENELITIAN .....	27
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
B. Jenis Penelitian.....	27

C. Variabel Penelitian .....	28
D. Alat dan Bahan.....	29
E. Prosedur Kerja .....	35
F. Prosedur Kerja Pengambilan Data Koefisien Penyerapan Bunyi.....	36
G. Tahap Pengambilan dan Analisis Data.....	37
H. Diagram Alir .....	39
<b>BAB IV</b>	
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
A. Hasil Penelitian .....	41
B. Analisis Data.....	44
C. Pembahasan .....	49
<b>BAB V</b>	
<b>PENUTUP .....</b>	<b>53</b>
A. Kesimpulan .....	53
B. Saran .....	54
Daftar Pustaka.....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Penyusun Komposit .....	8
Gambar 2 Skema proses Alkalisasi.....	15
Gambar 3 Struktur Molekul hemiselulose.....	16
Gambar 4 strukture molekul lignin .....	17
Gambar 5. Gelombang Longitudinal.....	19
Gambar 6. Gelombang Tranversal.....	19
Gambar 7. Diagram Transmisi suara melalui penghalang.....	25
Gambar 8. Setup Eksperimntal Tabung Impedansi.....	28
Gambar 9. Skema Tabung Impedansi .....	29
Gambar 10. Pinset .....	35
Gambar 11. Gelas Kimia .....	35
Gambar 12. Neraca Analitik.....	36
Gambar 13. Cetakan Sampel .....	36
Gambar 14. Alat Kempa.....	37
Gambar 15. Gergaji.....	37
Gambar 16. Tabung Impedansi.....	37
Gambar 17. Osiloskop.....	38
Gambar 18. Mikrofon.....	38
Gambar 19. Loudspeaker.....	38
Gambar 20. Amplifier .....	39
Gambar 21. Serat Sabut Kelapa .....	39
Gambar 22. NaOH .....	40
Gambar 23. Aquade .....	40
Gambar 24. Resin Polyester .....	40
gambar 25. <b>Skema Rangkaian Tabung Impedansi</b> .....	42
Gambar 26. Grafik Hubungan Volume Serat Terhadap Koefisien Absorbsi .....	52
Gambar 27. Grafik Hubungan Volume Serat Terhadap Koefisien Refleksi Bunyi .....	52
Gambar 28. Grafik Hubungan Frekuensi Terhadap Nilai Koefisien Absorbsi.....	53
Gambar 29. Grafik Hubungan Porositas Terhadap Volume serat.....	54
Gambar 30. Grafik Hubungan Porositas Terhadap Koefisien Absorbsi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## **DAFTAR TABEL**

Table 1. Spesifikasi resin polyester disajikan pada tabel berikut ini .....	12
Table 2. Tingkat intensitas bunyi dari berbagai sumber .....	22
Table 3. Standar Nilai Absorpsi Bunyi .....	27
Table 4. Data hasil pengujian koefisien absorpsi bunyi .....	48
Table 5. Data hasil pengujian koefisien refleksi bunyi .....	49
Table 6. Data hasil pengujian porositas bahan.....	49

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Kebisingan adalah bunyi yang tidak dikehendaki karena tidak sesuai dengan konteks ruang dan waktu sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan manusia. (Sasongko et al. 2000). Kebisingan juga menjadi penyebab ketidaknyamanan dalam bertetangga seperti dikos-kosan karena kebisingan sering kali mengganggu indera pendengaran.

Telinga atau pendengaran manusia standar tanggap terhadap bunyi antara jangkauan frekuensi audio sekitar 20 sampai 20.000 Hz. Pada umumnya bunyi (pembicaraan, musik, dan bising) terdiri dari banyak frekuensi, yaitu komponen-komponen frekuensi rendah, tengah dan medium. Frekuensi standar yang dapat dipilih secara bebas sebagai wakil yang penting dalam akustik lingkungan adalah 125, 250, 500, 1000, 2000, dan 4000 Hz atau 128, 256, 512, 1024, 2048, dan 4096 Hz (Rifaida Eriningsih. 2014). Berlandaskan dari frekuensi yang tersebut diatas dapat dibuat material akustik untuk mereduksi kebisingan di lingkungan.

Kebisingan dapat direduksi dengan menggunakan material yang dapat meredam dan menyerap bunyi. Material penyerap bunyi mempunyai peranan penting dalam akustik ruangan, perancangan studio rekaman, ruang perkantoran, sekolah, ruangan studio musik dan ruangan-ruangan yang lain untuk mengurangi kebisingan. Untuk mereduksi kebisingan pada suatu ruangan biasanya panel akustik di pasang pada dinding pemisah (partisi) dan plafon (Thamrin et al. 2013)

Perbandingan antara energi suara yang diserap oleh suatu bahan dengan energi suara yang datang pada permukaan bahan tersebut disebut sebagai koefisien absorpsi ( $\alpha$ ). Koefisien absorpsi merupakan salah satu parameter penting dalam penentuan sejauh mana suatu bahan dapat menyerap/mereduksi bunyi. Kualitas dari bahan peredam suara ditunjukkan dengan nilai  $\alpha$ . Bahan penguat yang digunakan sebagai penguat komposit sangat beragam yang antara lain terdiri atas bahan reinforced sintesis dan alami. Penggunaan bahan komposit dengan filler serat alam mulai dikenal dalam bidang industri. Bahan yang ramah lingkungan, mampu didaur ulang, serta mampu dihancurkan sendiri oleh alam merupakan tuntutan teknologi sekarang ini. Salah satu bahan yang diharapkan mampu memenuhi hal tersebut adalah bahan komposit dengan filler serat alam. (Schwartz 1984).

Teknologi hijau atau teknologi ramah lingkungan semakin pesat dikembangkan oleh negara-negara didunia saat ini, dan menjadi salah satu tantangan yang terus diteliti oleh para pakar untuk mendukung kemajuan teknologi ini. Salah satunya mengenai komposit yang berpenguat serat, baik itu dari variasi matrik sebagai pengikat maupun serat sebagai bahan penguat, jenis anyaman hingga bahan dasar matrik maupun serat. Penelitian juga berkembang dengan penggunaan bahan serat alam untuk beberapa variasi matrik sintesis dan alami. Komposit berpenguat serat alam semakin intensif dikembangkan sehubungan dengan penggunaannya dalam berbagai bidang kehidupan serta tuntutan pemakaian material yang murah, mudah diperoleh, ringan, memiliki sifat

mekanik yang kuat, tahan korosi, dan ramah lingkungan, sehingga dapat menjadi bahan alternatif selain logam dan fiber glass yang tidak ramah lingkungan.

Salah satu serat alam yang menjadi obyek penelitian adalah serat sabut kelapa, atau dalam perdagangan dunia dikenal sebagai Coco Fiber, Coir fiber, coir yarn, coir mats, dan rug. Serat sabut kelapa ini merupakan produk hasil pengolahan sabut kelapa. Secara tradisional serat sabut kelapa hanya dimanfaatkan untuk bahan pembuat sapu, keset, tali dan alat – alat rumah tangga lain

Kelapa merupakan tanaman perkebunan/industri berupa pohon batang lurus dari family Palmae. Tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L) merupakan tanaman serbaguna atau tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Seluruh bagian pohon kelapa dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia, sehingga pohon ini sering disebut pohon kehidupan (tree of life) karena hampir seluruh bagian dari pohon, akar, batang, daun dan buahnya dapat dipergunakan untuk kebutuhan kehidupan manusia sehari-hari.

Salah satu kelebihan dari karakteristik serat sabut kelapa menurut Kartikaratri (2012) Serat sabut kelapa memiliki sifat yang tahan lama, sangat ulet, tidak mudah patah, tidak mudah membusuk dan tahan terhadap air. Sehingga serat sabut kelapa memenuhi syarat sebagai bahan akustik untuk penyerapan bunyi.

Penelitian tentang komposit peredam suara yang dilakukan oleh Mutia (2019) yang menggunakan filler (sabut kelapa, ampas tebu dan reat buah bintaro) dan matriks (resin polyester). Hasil dari pengujian komposit peredam suara memenuhi persyaratan ISO 11654 yaitu dengan koefisien absorpsi suara ( $\alpha$ ) diatas

0,15. Kartikaratri (2012) melakukan penelitian tentang komposit peredam suara yang terbuat dari bahan dasar serat sabut kelapa dan resin fenol formaldehid (FF) dengan diperoleh nilai koefisien absorpsi maksimumnya diatas 0,15 pada jangkauan frekuensi 752 Hz – 6400 Hz.

Penelitian yang dilakukan oleh Delly (2016) yaitu membuat komposit polyester berpenguat serat batang pisang yang digunakan sebagai bahan peredam pada frekuensi rendah 200, 400 dan 600 Hz. Hasil dari pengujian komposit didapatkan nilai koefisien serap suara tertinggi 0,72 pada fraksi volume serat 50% dengan frekuensi input 200 Hz dan nilai terendah 0,54 pada fraksi volume serat 30% dengan frekuensi input serat 400 Hz.

Suriadi (2018), dalam penelitiannya mengenai pembuatan material komposit peredam suara menggunakan serat sabut kelapa menghasilkan nilai koefisien suara tertinggi 0,50568 ( $\alpha$ ) pada fraksi volume serat 70:30% dengan frekuensi 600 Hz, sedangkan nilai koefisien serap suara terendah 0,503558 ( $\alpha$ ) pada fraksi volume serat 70:30 % dengan frekuensi 200 Hz.

Dari penelitian (Putri.2017) Ketebalan sangat mempengaruhi nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik. Semakin tebal komposit serat sabut kelapa maka semakin banyak gelombang bunyi masuk ke dalam pori-pori sehingga banyak gelombang bunyi yang diserap. Sehingga peneliti menggunakan ketebalan yang tertinggi dari penelitian Putri yaitu 2 cm .

Dari penelitian yang (Boimau.K. 2015) dimana panjang serat 1 cm memiliki rongga yang besar akan tetapi memiliki alur patahan besar, panjang serat 3 cm memiliki rongga kecil dan alur patahan yang kecil dan untuk panjang serat 2cm

memiliki rongga yang cukup besar dan tidak mudah patah sehingga peneliti memutuskan untuk menggunakan panjang serat 2cm.

Ariawan (2018) Dalam penelitiannya yang berjudul “ Pengaruh fraksi volume green composite ampas tebu terhadap koefisien serap bunyi, densitas, dan porositas” menggunakan variasi fraksi volume serat 10:90,15:85,20:80,25:75,30:70% mendapatkan koefisien absorpsi bunyi antara 0.20 – 0.68 dan data ini diperkuat dengan pengujian porositas dan densitas sampel.

Berdasarkan penelitian yang tersebut diatas ditemukan bahwa (polyester dengan serat pisang memiliki koefisien absorpsi serap suara tertinggi 0,72 pada fraksi volume serat 50% dengan frekuensi input 200 Hz dan nilai terendah 0,54 pada fraksi volume serat 30% dengan frekuensi input serat 400 Hz, sementara pada serat sabut kelapa dengan lem kanji memiliki koefisien absorpsi sebesar suara ( $\alpha$ ) diatas 0,15. oleh sebab itu peneliti memutuskan untuk melakukan penelitian dengantujuan mengetahui koefisien absorpsi dari material komposit serat sabut kelapa dengan matriks resin polyester. Hal ini diteliti untuk mengetahui karakteristik bahan absorber komposit berpenguat serat sabut kelapa yang dimungkinkan aplikasinya pada bahan penyerap suara seperti komponen alat musik tradisional dan modern, maupun sebagai bahan absorber berupa panel untuk dinding ruangan yang membutuhkan penyerap suara seperti pada studio musik, perkantoran, ruangan belajar dll.

## **B. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variasi serat yang digunakan adalah 10%,15%,20%,25% dan 30% dari keseluruhan bahan yang digunakan
2. Resin yang digunakan adalah unsaturated polyester resin dengan filler CaCo<sub>3</sub> dan katalist Methyl Ethyl Ketone Peroxide
3. Ketebalan panel Komposit yang dibuat adalah 2cm
4. Pengujian sifat akustik menggunakan metoda tabung impedansi
5. Frekuensi yang digunakan dalam pengujian yaitu 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 2500Hz, 3000Hz, 4000Hz, 8000Hz

## **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh volume serat sabut kelapa terhadap nilai koefisien absorpsi bunyi dan koefisien refleksi bunyi pada komposit serat sabut kelapa dengan matriks polyester.
2. Bagaimana pengaruh frekuensi terhadap nilai koefisien absorpsi bunyi pada komposit serat sabut kelapa dengan matriks polyester.
3. Bagaimana pengaruh porositas terhadap nilai koefisien absorpsi bunyi pada komposit serat sabut kelapa dengan matrik polyester.

## **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan dari rumusan masalah maka tujuan penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui pengaruh perbandingan volume serat terhadap koefisien absorpsi dari pembuatan komposit serat sabut kelapa dengan matrik polyester.
2. Mengetahui pengaruh frekuensi terhadap koefisien absorpsi dari pembuatan komposit serat sabut kelapa dengan matrik polyester.
3. Mengetahui pengaruh porositas terhadap koefisien absorpsi bunyi dari komposit serat sabut kelapa dengan matrik polyester.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini untuk melengkapi tugas akhir sebagai salah satu syarat kelulusan bagi penulis
2. Dapat menjadi Inovasi baru dalam pengembangan teknologi material komposit bersifat akustik.
3. Memberikan informasi kepada masyarakat bahwa serat sabut kelapa dapat digunakan untuk sesuatu yang bernilai tinggi.
4. Untuk mengetahui bahwa serat sabut kelapa dapat dijadikan sebagai penyerapan bunyi bahan akustik
5. Dapat memberikan kajian ataupun rujukan mengenai penggunaan serat alami dalam pengendali kebisingan

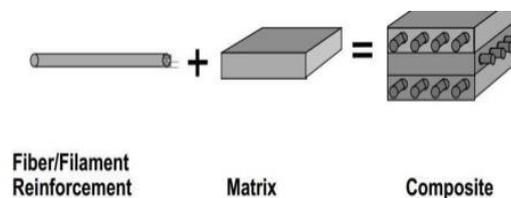
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Komposit

Komposit berasal dari kata “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung. Secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan (Schwartz, 1984). Komposit merupakan rangkaian dua atau lebih bahan yang digabung menjadi satu bahan. Secara *makroskopis* bahan pembentuk komposit masih terlihat seperti aslinya dan memiliki hubungan kerja diantara bahan pembentuk sehingga mampu menampilkan sifat-sifat yang diinginkan (Groover, 1996). Bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran atau kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material yang tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984).

Pada umumnya komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut *matriks*. Komposit juga dapat dibentuk dari kombinasi dua atau lebih material, baik logam, organik atau pun anorganik (Schwartz, 1984).



**Gambar 1 Penyusun Komposit**

## 1. Klasifikasi Komposit

Klasifikasi bahan komposit berdasarkan bahan pengisi (*filler*) dibagi menjadi dua jenis, yaitu bahan komposit serat (*fiber composite*) dan bahan komposit partikel (*particulate composite*) (Nurhayati, 2013).

### a. Komposit Serat (*Fiber Composites*)

Komposit serat merupakan jenis komposit yang bahan penyusunnya serat dan *matriks* (Schwartz, 1984). Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe komposit serat, yaitu :

#### 1) *Continuous Fiber Composite*

*Continuous Fiber Composite* atau *uni-directional composite*, merupakan jenis komposit yang mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk *lamina* (lembaran tipis) diantara *matriksnya*. Jenis komposit ini paling sering digunakan. Kelemahan dari jenis komposit ini ada pada pemisahan antar lapisan, hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh *matriksnya* (Gibson, 1994).

#### 2) *Woven Fiber Composite (bi-directional)*

*Woven Fiber Composite* atau *bi-directional* merupakan jenis komposit yang tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan, akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.

#### 3) *Discontinuous Fiber Composite (Chopped Fiber Composite)*

*Discontinuous Fiber Composite* merupakan jenis komposit dengan diperkuat serat pendek

4) *Hybrid Fiber Composite Hybrid fiber composite*

Merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dan serat acak. Penggabungan ini dilakukan untuk mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya (Gibson, 1994).

b. Komposit Partikel (*Particulate Composite*)

Bahan komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang diikat oleh matriks. Bentuk partikel ini dapat bermacam-macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan bentuk-bentuk yang tidak beraturan secara acak, tetapi secara rata-rata berdimensi sama (Hadi, 2000).

## 2. Matriks

*Matriks* merupakan perekat atau pengikat dan pelindung *filler* (pengisi) dari kerusakan eksternal. *Matriks* yang umum digunakan adalah *carbon*, *glass*, *Kevlar*, dll (Ramatawa, 2008). Dalam komposit *matriks* memiliki fungsi (Gibson, 1994) seperti berikut :

- a. Mengikat serat menjadi satu kesatuan struktur.
- b. Melindungi serat dari kerusakan akibat kondisi lingkungan.
- c. Mentransfer dan mendistribusikan beban ke serat.
- d. Menyumbangkan beberapa sifat seperti kekakuan, ketangguhan, dan tahanan listrik

Klasifikasi komposit berdasarkan jenis *matriks* dapat dibedakan menjadi 3, yaitu *Polymer Matrix Composite (PMC)*, *Metal Matrix Composite (MMC)* dan *Ceramic Matrix Composite (CMC)* (Gibson, 1994).

### **3. Matriks Polyester**

Resin polyester adalah bahan matriks polimer yang banyak digunakan dalam pembuatan komposit serat. Serat yang paling banyak digunakan termasuk serat kaca dan karbon. Resin polyester adalah resin yang paling banyak digunakan, khususnya di industri kelautan. Sejauh ini pun kapan pasiar, mayoritas dinghies, dan workboats dibangun pada komposit menggunakan sistem resin ini. Resin polyester ini adalah dari jenis yang tak jenuh. Resin polyester yang tak jenuh adalah termoset, mampu menjadi sembuh dari keadaan yang cair atau padat ketika tunduk pada kondisi yang tepat. Hal ini biasa untuk merujuk pada resin polyester tak jenuh sebagai polyester resin atau pun hanya sebagai polyester. Adapun macam-macam polyester terbuat dari asam yang berbeda, monomer dan glikol, semua memiliki sifat yang berbeda-beda. Ada dua jenis prinsip resin polyester yang digunakan sebagai sistem laminating standar dalam industri komposit.

Resin polyester kebanyakan yang kental, cairan berwarna pucat yang terdiri dari larutan polyester dalam monomer yang biasanya stirena. Penambahan stirena dalam jumlah hingga 50% membantu untuk membuat resin lebih mudah untuk menangani dengan mengurangi viskositasnya. Resin polyester yang resin sintetik tak jenuh yang dibentuk oleh reaksi dari asam organik dwibasa dan alkohol polihidrat. Meleat anhydride yaitu bahan baku yang umumnya digunakan dengan fungsi asam bervalensi dua. Resin polyester yang digunakan dalam senyawa

lembar cetakan, senyawa molding massal dan toner printer laser. Panel dinding dibuat dari resin polyester diperkuat dengan fiberglass disebut fiberglass diperkuat plastik (FRP) biasa digunakan di restoran, toilet, dapur, dan daerah lain yang memerlukan dinding rendah pemeliharaan dicuci.

Polyester yang tak jenuh adalah polimer kondensasi dibentuk oleh reaksi poliol (yang biasa dikenal sebagai alkohol polihidrat), senyawa organik dengan beberapa alkohol ataupun kelompok fungsional hidroksi, dengan asam dibasic jenuh ataupun tak jenuh. Poliol khas yang digunakan adalah glikol seperti etilena glikol. Asam yang digunakan ialah asam ftalat dan asam maleat. Penggunaan resin polyester tak jenuh dan aditif seperti stirena menurunkan viskositas resin . resin polyester awalnya cair diubah menjadi padat oleh rantai silang.

Table 1. **Spesifikasi resin polyester disajikan pada tabel berikut ini**

Sifat Mekanis	Satuan	Nilai
Kerapatan	Kg/m <sup>3</sup>	1,215
Modulus Elastisitas	Gpa	0,03
Kekuatan tarik	Mpa	55
Elangation	%	1,6

( Sumber : justus kimia raya: 2001)

## **B. Serat Sabut Kelapa**

Tanaman kelapa tergolong dalam jenis *Palmae* yang berbiji tunggal (monokotil). Dalam tata nama atau taksonomi tumbuhan, tanaman kelapa (*Cocos mucifera*) digolongkan dalam klasifikasi berikut :

Kingdom : *Plantae* (tumbuhan)

Devisi : *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji)  
Sub-devisi : *Angiospermae* (berbiji tertutup)  
Kelas : *Monocotyledonae*  
Ordo : *Palmales*  
Famili : *Palmae*  
Genus : *Cocos*  
Spesies : *Cocos mucifera* L.

Kelapa memiliki nama daerah. Secara umum, buah kelapa dikenal sebagai *coconut*. Orang Belanda menyebutnya *kokosnoot* atau *klapper*, sedangkan orang Perancis menyebutnya *cocotier*. Di Indonesia kelapa biasa disebut *krambil* atau *klapa*. Secara morfologi, bagian-bagian tanaman kelapa antara lain: akar, batang, daun, bunga dan buah (NN, 2003).

Sabut kelapa tersusun atas unsur organik dan mineral yaitu : *pectin* dan *hemisellulose* (merupakan komponen yang larut dalam air), *lignin* dan *cellulose* (komponen yang tidak larut dalam air), kalium, kalsium, magnesium, nitrogen serta protein. Perbandingan komponen diatas tergantung dari umur sabut kelapanya. *Lignin* pada serat sabut kelapa berkisar antara 40% sampai 50%. Serat sabut tergolong relatif pendek, sel seratnya sepanjang kira-kira 1 mm dengan diameter 15 micron dan sehelai serat terdiri dari 30 sampai 300 sel atau lebih, dilihat dari penampang lintangnya. Panjang serat sabut berkisar 15 sampai 35 cm dengan diameter 0,1 sampai 1,5 mm. Serat sabut kelapa mempunyai daya apung yang tinggi, tahan terhadap bakteri, air garam dan murah, sedang kelemahannya

ialah, tidak dapat digintir dengan baik dan tergolong serat yang kaku (*The Encyclopedia of wood*, 1980).

Serat sabut kelapa secara tradisional hanya dimanfaatkan untuk bahan pembuat sapu, keset, tali dan alat-alat rumah tangga lain. Perkembangan teknologi, sifat fisika-kimia serat, dan kesadaran konsumen untuk kembali ke bahan alami, selanjutnya serat sabut kelapa diproses untuk dijadikan *coir fiber sheet* yang digunakan untuk lapisan kursi mobil, *spring bed*, dan lain-lain. Serat sabut kelapa juga dimanfaatkan untuk pengendalian erosi. Serat sabut kelapa bagi negara-negara tetangga penghasil kelapa sudah merupakan komoditi ekspor yang memasok kebutuhan dunia yang berkisar 75,7 ribu ton pada tahun 1990 (BI, 2004).

Menurut *United Coconut Association of the Philippines* (UCAP), dari satu buah kelapa dapat diperoleh rata-rata 0,4 kg sabut yang mengandung 30% serat . Sabut kelapa terdiri dari serat dan sekam yang menghubungkan satu serat dengan serat lainnya. Setiap butir kelapa mengandung 525 g (75% dari sabut), dan sekam 175 g (25% dari sabut) (Ulfa, 2007).

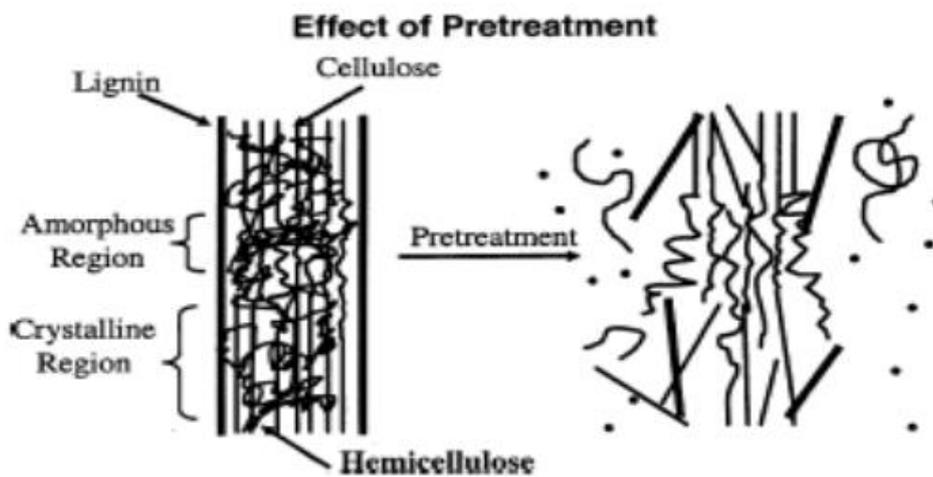
Serat dari sabut kelapa mempunyai potensi yang baik untuk dijadikan bahan komposit karena sifatnya yang tahan lama, kuat terhadap gesekan dan tidak mudah patah, tidak mudah membusuk, serta tahan terhadap jamur dan hama (Ulfa, 2007).

### **C. Proses Alkalisasi NaOH (NaOH Treatment)**

Salah satu alkali yang bisa digunakan untuk prtreatment antara lain NaOH dan Ca(OH)<sub>2</sub>. Dapat meningkatkan yield glukosa sebesar 85% (Hamelinck,

2003). Pretreatment merupakan Perubahan komposisi struktur fisik dan kimia karakteristik biomassa jerami terjadi selama proses pretreatment alkali. Perubahan meliputi pembengkakan serat, penurunan lignin dengan karbohidrat, dan terjadi degradasi pelarutan lignin. (Chen H, dkk, 2005) Lignin, selulosa, dan hemiselulosa adalah komposisi utama jerami padi, sebesar 69% jerami padi kering merupakan sumber utama karbon untuk anaerobic mikroorganismenya. (He, YF, dkk 2008)

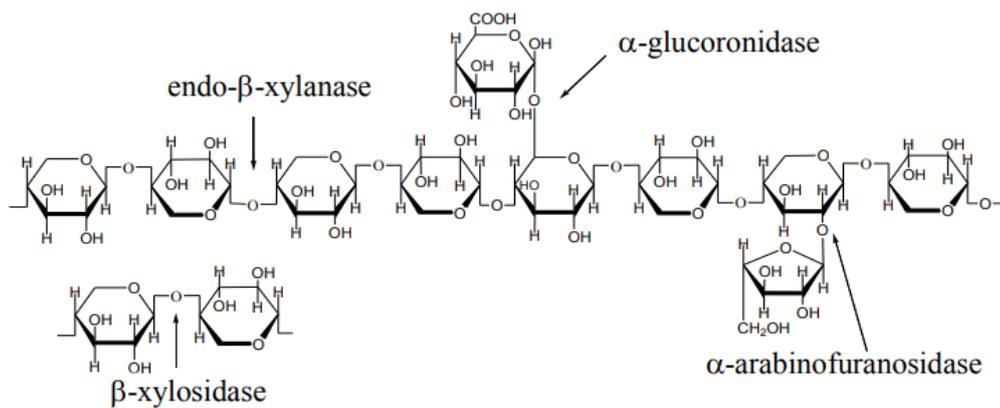
NaOH sebagai pretreatment secara kimiawi sehingga komponen lignin rusak dan selanjutnya komponen selulosa maupun hemiselulosa menjadi lebih mudah didegradasi menghasilkan gula (Douglas dan George, 1988) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2 Skema proses Alkalisasi**

Pada Gambar 2 dapat dilihat pengaruh dari alkalisasi terhadap serat dimana lignin, hemiselulose dan selulose yang terdapat pada serat beraksi terhadap NaOH mengubah struktur dari serattersebut.

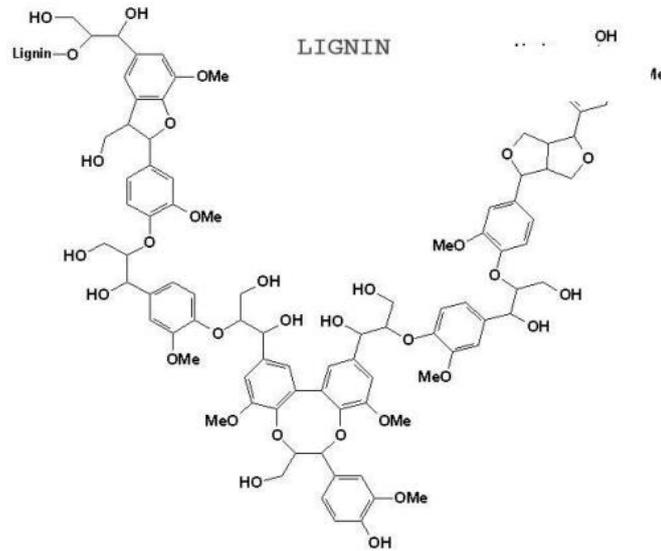
Proses Alkalisasi dengan NaOH menimbulkan reaksi kimia terhadap lignin, yang dapat dilihat pada Gambar 3



**Gambar 3 Struktur Molekul hemiselulose**

Pada Gambar 3 dapat dilihat struktur molekul dari Hemiselulose yang bereaksi terhadap NaOH dalam proses alkalisasi dan menghasilkan gula. Dimana Hemiselulose ( $C_6H_{10}O_5$ ) Bereaksi terhadap NaOH sehingga menghasilkan gula ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ).

Proses Alkalisasi dengan NaOH menimbulkan reaksi kimia terhadap Hemiselulose yang dapat dilihat pada Gambar 4



**Gambar 4** strukture molekul lignin

Pada Gambar 4 dapat dilihat struktur molekul dari Lignin yang bereaksi terhadap NaOH dalam proses alkalisasi dan menghasilkan gula. Dimana Hemiselulose ( $C_9H_{10}O_2$ ) Bereaksi terhadap NaOH sehingga menghasilkan gula ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ).

#### **D. Teori Gelombang dan Bunyi**

Pada bagian ini akan diberikan beberapa definisi dan pengertian dasar mengenai gelombang dan bunyi serta hal-hal yang berkaitan dengan teori in:

##### **1. Gelombang**

Gelombang merupakan suatu getaran yang merambat yaitu perpindahan energi dan momentum dari satu titik ruang tanpa perpindahan materi. Setiap titik yang dilalui gelombang terjadi getaran, dan getaran tersebut berubah fasenya sehingga akan tampak seperti getaran yang merambat. Gelombang yang merambat melalui medium yang dapat berupa zat padat, cair, dan gas. Gelombang terjadi karena adanya sumber getaran yang bergerak terus-menerus. Medium pada proses

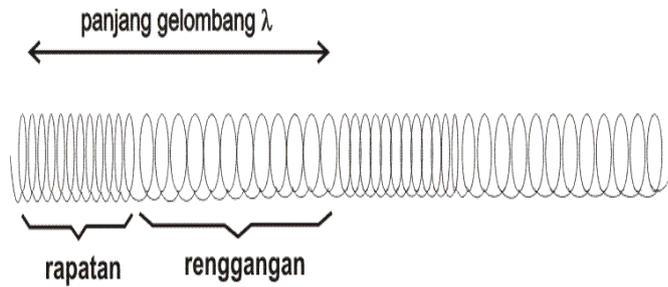
perambatan gelombang tidak selalu ikut berpindah tempat bersama dengan rambatan gelombang. Contohnya gelombang bunyi yang merambat melalui medium udara, maka partikel-partikel udara akan bergerak osilasi (Septiani, et al. 2019)

Gelombang dapat dibedakan berdasarkan medium perambatannya yaitu gelombang elektromagnetik dan gelombang mekanik. Gelombang mekanik terdiri atas partikel partikel yang bergetar, dan memerlukan medium dalam perambatannya. Beberapa contoh gelombang mekanik diantaranya gelombang bunyi, gelombang air, gelombang pada tali. Gelombang elektromagnetik tidak membutuhkan medium perambatannya, bergerak mendekati kelajuan cahaya dan merupakan gelombang yang dihasilkan dari perubahan medan magnet, dan medan listrik secara berurutan, arah getar vektor medan listrik dan medan magnet saling tegak lurus. Beberapa contoh gelombang elektromagnetik yaitu sinar gama, sinar x gelombang radio, gelombang tv, dll (Septiani, et al. 2019).

Berdasarkan arah rambatannya gelombang dibedakan atas dua jenis:

a. Gelombang Longitudinal

Merupakan gelombang yang memiliki arah rambatan sejajar dengan arah getarnya. Memiliki rapatan dan regangan, dimana rapatan merupakan kumparan kumparan yang mendekat sesaat kemudia meregang sesaat dimana hal ini berhubungan dengan puncak dan lembah pada gelombang transversal. Contoh gelombang longitudinal diantaranya gelombang bunyi dan gelombang pada pegas.



**Gambar 5. Gelombang Longitudinal**

b. Gelombang Transversal

Merupakan gelombang yang memiliki arah rambatan tegak lurus terhadap arah getarnya. Memiliki bukit dan lembah. Contoh gelombang transversal yaitu gelombang permukaan air, gelombang cahaya, gelombang tali.



**Gambar 6. Gelombang Transversal**

Beberapa parameter yang ada dalam gelombang:

1) Panjang gelombang ( $\lambda$ )

Adalah jarak satu gelombang, dihitung dari satu bukit dengan satu lembah atau antara satu rapatan dan satu renggangan. Satuan panjang gelombang adalah meter (m).

2) Periode (T)

Adalah waktu yang diperlukan untuk menempuh satu gelombang atau satu kali getaran (s)

3) Frekuensi (f)

Adalah banyaknya gelombang yang terjadi dalam satuan waktu. Satuan frekuensi adalah hertz (Hz)

dimana :

$$f = \frac{n}{t} \quad (2.1)$$

f = Frekuensi (Hz)

n = Banyaknya gelombang.

t = Waktu (detik)

4) Amplitudo (A)

Amplitudo adalah simpangan getar, yaitu jarak terjauh gelombang dari garis kesetimbangan.

5) Cepat rambat bunyi (v)

Cepat rambat bunyi tergantung kerapatan massa dan suhu medium yang dilalui. Makin renggang molekul medium dan makin tinggi suhu medium, kecepatan rambat bunyi cenderung makin tinggi. Pada kecepatan rambat bunyi yang sama, makin rendah frekuensi, makin besar panjang gelombangnya

## 2. Teori Bunyi

### a. Bunyi

Bunyi (sound) adalah gelombang getaran mekanis dalam udara atau benda padat yang masih bisa ditangkap oleh telinga normal manusia, dengan rentang frekuensi antara 20 – 20.000 Hz. Kepekaan telinga manusia terhadap

rentang ini semakin menyempit sejalan dengan penambahan umur. Bunyi udara (airborne sound) adalah bunyi yang merambat lewat udara. Bunyi struktur (structural sound) adalah bunyi yang merambat melalui struktur bangunan. (Satwiko, P.: 264)

Gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal yang terjadi karena perapatan dan perenggangan dalam medium gas, cair atau padat. Gelombang itu dihasilkan ketika sebuah benda, seperti garputala atau senar biola, yang digetarkan dan menyebabkan gangguan kerapatan medium. Gangguan dijalarakan di dalam medium melalui interaksi molekul-molekulnya. Getaran molekul tersebut berlangsung sepanjang arah penjalaran gelombang. Seperti dalam kasus gelombang pada tali, hanya gangguan yang dijalarakan; sementara molekul-molekul itu sendiri hanya bergetar ke belakang dan ke depan di sekitar posisi kesetimbangan.

Gelombang bunyi dibagi menjadi tiga kategori:

- 1). Gelombang infrasonik dengan frekuensi  $< 20$  Hz.
- 2) Gelombang audiosonik dengan frekuensi 20-20.000 Hz.
- 3) Gelombang ultrasonik dengan frekuensi  $> 20.000$  Hz.

(Tipler, P.A.: 505)

#### b. Intensitas bunyi

Intensitas bunyi (sound intensity) merupakan cara pengukuran tingkat bunyi berdasarkan daya bunyi per satuan luas yang terpapar bunyi. Tingkat tekanan bunyi sama dengan tingkat intensitas bunyi. Intensitas bunyi pada tiap titik dari sumber dinyatakan dengan (Satwiko, P.: 264):

$$I = W/A \quad (2.2)$$

dimana:

I = Intensitas bunyi (W/m<sup>2</sup>)

W = Daya akustik (Watt)

A =Luas area yang ditembus tegak lurus oleh gelombang bunyi (m<sup>2</sup>)

Kekuatan bunyi secara umum dapat diukur melalui tingat bunyi (sound levels) .Cara pengukuran kekuatan bunyi berdasarkan jumlah energi yang diproduksi oleh sumber bunyi disebut sound power (P) dalam satuan watt.

**Table 2.** Tingkat intensitas bunyi dari berbagai sumber

Sumber bunyi atau deskripsi bunyi	Tingkat intensitas bunyi (dB)	Intensitas (watt/m <sup>2</sup> )
Ambang rasa sakit	120	1
Pengeling	95	$3,2 \times 10^{-3}$
Kereta api yang ditinggikan	90	$10^{-3}$
Lalu lintas yang ramai	70	$10^{-5}$
Pembicaraan yang biasa	65	$3,2 \times 10^{-6}$
Mobil yang bunyinya tidak Berisik	50	$10^{-7}$
Radio rumah yang bunyinya tidak keras	40	$10^{-8}$
Pembisik rata-rata	20	$10^{-10}$
Desir dedaunan	10	$10^{-11}$
Ambang pendengaran pada	0	$10^{-12}$

1000 Hz		
---------	--	--

(Sumber : Young & Freedman, 2003)

### 3. Kebisingan

Kebisingan (*Noise*) merupakan suara atau bunyi yang tidak diinginkan keberadaannya (Harris, 1957). Kebisingan adalah suatu masalah besar yang tengah dihadapi oleh masyarakat Indonesia pada saat sekarang ini, terutama yang tinggal di daerah perkotaan yang sangat ramai oleh berbagai macam aktivitas masyarakat. Hal ini juga disebabkan dengan meningkatnya jumlah volume kendaraan bermotor yang menghasilkan berbagai polusi salah satunya adalah kebisingan, Suara keras yang dihasilkan oleh kendaraan dapat mengganggu konsentrasi dan juga merusak kesehatan manusia. Selain itu, perkembangan industri dan banyaknya pabrik yang didirikan di daerah pemukiman penduduk, secara langsung atau tidak langsung akan berpengaruh terhadap lingkungan karena penggunaan mesinmesin berat dan hasil industri akan menimbulkan kebisingan. Apabila pengaruh ini tidak ditangani dengan baik, maka akan menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan, manusia dan hewan.

### 4. Material Akustik

Material akustik adalah material teknik yang fungsi utamanya adalah untuk menyerap suara/bising. Pada dasarnya semua bahan dapat menyerap energi suara, namun besarnya energi yang diserap berbeda-beda untuk tiap bahan. Energi suara tersebut dikonversi menjadi energi panas, yang merupakan hasil dari friksi dan resistansi dari berbagai material untuk bergerak dan berdeformasi. Menurut Lewis dan Douglas (1993) material akustik dapat dibagi ke dalam tiga kategori dasar,

yaitu: material penyerap (*absorbing material*), material penghalang (*barrier material*), dan material peredam (*damping material*). Material penghalang pada dasarnya memiliki massa yang padat, untuk material peredam biasanya 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.

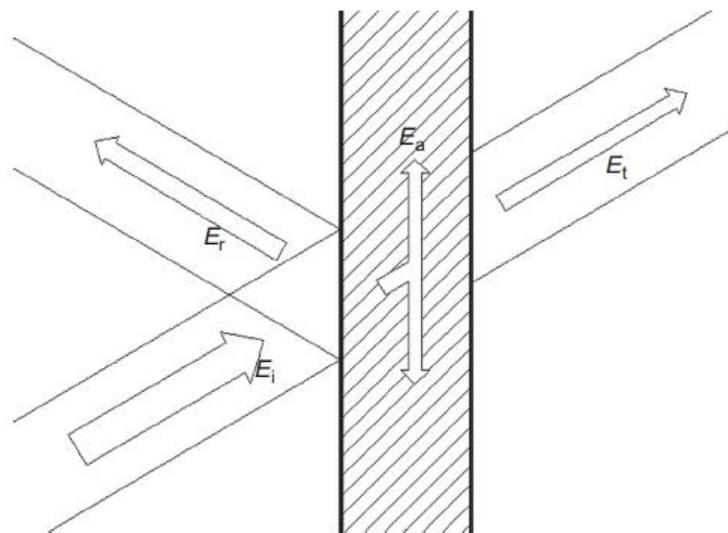
Besarnya energi suara yang dipantulkan, diserap atau diteruskan bergantung pada jenis dan sifat dari bahan atau material tersebut. Pada umumnya bahan yang berpori akan menyerap energi suara yang lebih besar dibandingkan dengan jenis bahan lainnya. Adanya pori-pori menyebabkan gelombang suara dapat masuk ke dalam material tersebut. Energi suara yang diserap oleh bahan akan dikonversikan menjadi bentuk energi lainnya, pada umumnya diubah ke energi kalor. Perbandingan antara energi suara yang diserap oleh suatu bahan dengan energi suara yang datang pada permukaan bahan tersebut didefinisikan sebagai koefisien penyerap suara atau koefisien absorpsi ( $\alpha$ )

#### **E. Transmisi suara melalui penghalang**

Kebisingan dalam ruangan dapat disebabkan oleh banyak aspek, seperti lalu lintas di luar ruangan, aktivitas publik, dan peralatan rumah tangga. Kebisingan lokasi konstruksi, kebisingan kendaraan, atau pertemuan hiburan kebisingan dari luar, serta kebisingan dari tetangga, disebarkan melalui dinding, pintu, atau

jendela, yang didefinisikan sebagai suara di udara. Berdasarkan propagasi jalur suara, pengendalian kebisingan melibatkan tiga cara berikut: sumber kebisingan dan getaran, modifikasi di sepanjang jalur perambatan suara, dan berurusan dengan penerima suara. Untuk mengontrol kebisingan di ruang interior, penghalang kebisingan dan bahan absorpsi sering digunakan untuk melemahkan energi akustik.

Ketika gelombang akustik secara kebetulan mengenai objek, sebagian energi akustik akan dipantulkan, dan beberapa diubah menjadi panas dan dilemahkan karena gesekan dan resistensi, yang didefinisikan sebagai penyerapan suara. Dan beberapa ditransmisikan melalui objek dan menggetarkan udara di sisi lain.



**Gambar 7. Diagram Transmisi suara melalui penghalang**

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.  $E_i$ ,  $E_r$ ,  $E_a$ , dan  $E_s$  adalah energi akustik yang datang, energi yang dipantulkan, dan energi yang diserap, masing-masing. Menurut hukum kekekalan energi, mereka memiliki hubungan berikut:

$$E_i = E_r + E_a + E_\tau \quad (2.3)$$

### 1. Koefisien absorpsi

Koefisien penyerapan suara digunakan untuk mengevaluasi efisiensi penyerapan suara dari bahan. Ini adalah rasio energi yang diserap untuk energi datang dan diwakili oleh  $\alpha$ . Jika energi akustik dapat diserap seluruhnya, maka  $\alpha = 1$ . (Peng, 2006)

$$\alpha = \frac{E_a}{E_i} = 1 - \frac{E_\tau}{E_i} \quad (2.4)$$

Koefisien penyerapan suara bahan berkorelasi dengan frekuensi, dan itu bervariasi dengan frekuensi yang berbeda. Karakteristik frekuensi koefisien penyerapan suara kurva dapat digunakan untuk menggambarkan sifat penyerapan suara yang berbeda frekuensi dengan tepat. Tidak nyaman untuk membandingkan dan menyatakan, jadi suara rata-rata koefisien penyerapan, yang merupakan rata-rata koefisien penyerapan bahan akustik pada satu set frekuensi tertentu, digunakan untuk penyederhanaan. koefisien penyerapan Suara rata-rata diwakili oleh  $\alpha$ .

Suatu bahan dapat dikategorikan sebagai peredam bunyi menurut ISO 11654:1997 untuk Acoustical Sound Absorbers for use in Buildings Rating of Sound Absorption yang memiliki nilai koefisien absorpsi minimum adalah 0,15.

Berikut adalah Tabel klasifikasi nilai absorpsi suara :

**Table 3.** Standar Nilai Absorpsi Bunyi

<b>KELAS ABSORPSI SUARA</b>	<b><math>\alpha</math></b>
A	0,90; 0,95; 1,00
B	0,80; 0,85
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55
E	0,25; 0,20; 0,15
Tidak tergolong	0,10; 0,05; 0,00

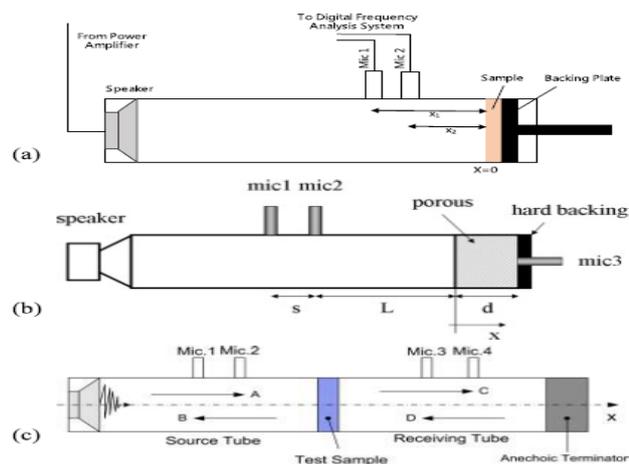
(Laksono & Ernawati, 2019)

#### **F. Mekanisme bahan penyerapan berpori**

Bahan penyerapan suara berpori paling banyak digunakan sebagai fungsi penyerapan suara bahan, yang terbuat dari serat kaca, serat wol, serat kayu, atau serat poliester dan perekat sebagai papan atau kedap suara. Ada banyak pori makro dan pori mikro yang saling berhubungan dan terbuka ke permukaan di dalam material. Itu bisa dilihat sebagai sistem saluran yang rumit dengan banyak bingkai padat dan kapiler. Mekanismenya penyerapan suara terutama melibatkan tiga proses fisik (Zhu et al., 2014). Pertama, ketika gelombang suara berada di bahan berpori, efek kental antara bingkai padat dan banyak rongga udara akan melemahkan sebagian energi suara dan mengubahnya menjadi panas. Kedua, perpindahan panas akan terjadi karena perbedaan suhu antara bagian yang berbeda yang disebabkan oleh gesekan, yang merupakan proses isothermal. Dan ini proses selanjutnya akan menghilangkan energi suara. Ketiga, getaran udara dalam bahan curah juga akan menyebabkan getaran serat. Biasanya properti penyerapan suara di frekuensi tinggi lebih baik daripada frekuensi rendah.

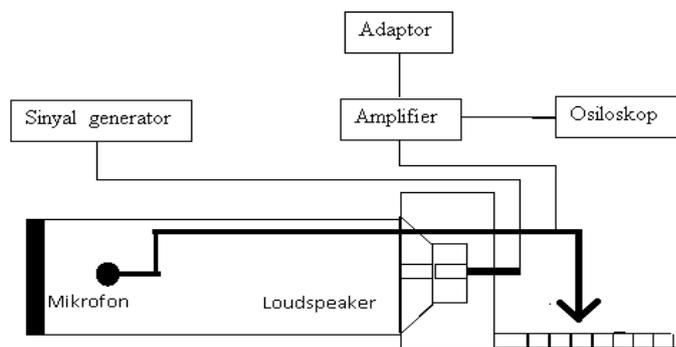
## G. Metoda Tabung Impedansi

Metode Tabung Impedansi merupakan pengukuran absorpsi bahan pada gelombang bunyi oleh permukaan bahan pada suatu ruang tertutup. Metode impedansi lebih sesuai dengan analisa teoritis. Tabung impedansi memungkinkan pengukuran dalam kondisi yang ditentukan dan terkontrol dengan baik. Misalnya, pengukuran koefisien penyerapan insiden normal dan impedansi permukaan. Selain itu, metode ini nyaman dan murah karena hanya diperlukan sampel kecil. Metode tabung impedansi material uji yang digunakan sama dengan diameter tabung bisa berbentuk lingkaran maupun persegi dengan ukuran diameter tabung yang digunakan, sehingga lebih mudah dalam pengujian. Tabung impedansi secara konvensional diklasifikasikan menurut jumlah mikrofon, tabung impedansi dua mikrofon, tabung impedansi tiga mikrofon, dan tabung impedansi empat mikrofon. Ilustrasi dapat dilihat dari gambar dibawah.



Gambar 8. Setup Eksperimntal Tabung Impedansi

Prinsip kerja alat ini adalah bunyi dari speaker dialirkan dalam pipa, dimana diujung pipa terdapat material peredam yang akan menyerap bunyi dari speaker. Generator sinyal yang dihubungkan dengan loudspeaker menghasilkan keluaran berupa bunyi yang memiliki frekuensi tertentu sehingga dapat diatur pada generator sinyal. Pada salah satu ujung tabung diletakkan sampel yang akan diuji nilai koefisien absorpsinya. Mikrofon diletakkan ditengah-tengah diameter tabung menghadap ke sampel material akustik. Mikrofon diletakkan pada sebuah kawat sehingga dapat digeser untuk menentukan amplitudo tekanan maksimum dan minimumnya. Mikrofon diperkuat dengan amplifiser dan dihubungkan ke osiloskop untuk menampilkan bentuk gelombang yang akan dihitung amplitudo tekanan maksimum dan tekanan minimumnya. Frekuensi yang digunakan adalah frekuensi pada oktafband, yaitu 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz dan 8000 Hz. (Doelle, 1985). Ilustrasi dapat dilihat dari gambar dibawah.



**Gambar 9. Skema Tabung Impedansi**

Penentuan koefisien absorpsi bunyi pada metode tabung impedansi dilakukan dengan menghitung perbandingan amplitudo tekanan maksimum dengan amplitudo tekanan minimumnya. Perbandingan amplitudo tekanan ini dinamakan rasio gelombang tegak (*Standing Wave Ratio, SWR*). Secara matematis

nilai rasio gelombang tegak dapat dinyatakan pada Persamaan berikut (Doelle, 1985)

$$SWR = \frac{A+B}{A-B} \quad (2.5)$$

Dengan  $(A+B)$  adalah amplitudo tekanan maksimum,  $(A-B)$  adalah amplitudo tekanan minimum. Sedangkan koefisien absorpsi bunyi  $(\alpha)$  dapat ditentukan dari Persamaan berikut:

$$\alpha = 1 - \left( \frac{SWR-1}{SWR+1} \right)^2 \quad (2.6)$$

Untuk koefisien refleksi dapat menggunakan rumus berikut:

$$R_{\Pi} = \left| \frac{B}{A} \right|^2 = \left( \frac{SWR-1}{SWR+1} \right)^2 \quad (2.7)$$

## H. Menentukan Porositas dan densitas dari Komposit

### 1. Menentukan Porositas

Porositas dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah volume ruang kosong atau pori-pori yang dimiliki oleh material padat terhadap jumlah dari volume material itu sendiri. (Ariawan, 2018)

Untuk porositas mengacu pada ASTM D570-98 :

$$P = \frac{\text{massa basah} - \text{massa kering}}{\text{massa kering}} \times 100\% \quad \dots \quad (2.8)$$

Dengan :  
P = Porositas material (%)  
massa kering = Massa material kering (gr)  
massa basah = Massa material digantung dalam

## I. Penelitian Relevan

Penelitian tentang komposit peredam suara yang dilakukan oleh Mutia (2019) yang menggunakan filler (sabut kelapa, ampas tebu dan reat buah bintaro) dan matriks (resin polyester). Hasil dari pengujian komposit peredam suara memenuhi persyaratan ISO 11654 yaitu dengan koefisien absorpsi suara ( $\alpha$ ) diatas 0,15. Kartikaratri (2012) melakukan penelitian tentang komposit peredam suara yang terbuat dari bahan dasar serat sabut kelapa dan resin fenol formaldehide (FF) dengan diperoleh nilai koefisien absorpsi maksimumnya diatas 0,15 pada jangkauan frekuensi 752 Hz – 6400 Hz.

Penelitian yang dilakukan oleh Delly (2016) yaitu membuat komposit polyester berpenguat serat batang pisang yang digunakan sebagai bahan peredam pada frekuensi rendah 200, 400 dan 600 Hz. Hasil dari pengujian komposit didapatkan nilai koefisien serap suara tertinggi 0,72 pada fraksi volume serat 50% dengan frekuensi input 200 Hz dan nilai terendah 0,54 pada fraksi volume serat 30% dengan frekuensi input serat 400 Hz.

Suriadi (2018), dalam penelitiannya mengenai pembuatan material komposit peredam suara menggunakan serat sabut kelapa menghasilkan nilai koefisien suara tertinggi 0,50568 ( $\alpha$ ) pada fraksi volume serat 70:30% dengan frekuensi 600 Hz, sedangkan nilai koefisien serap suara terendah 0,503558 ( $\alpha$ ) pada fraksi volume serat 70:30 % dengan frekuensi 200 Hz.

Penelitian (Putri.2017) Ketebalan sangat mempengaruhi nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik. Semakin tebal komposit serat sabut kelapa maka semakin banyak gelombang bunyi masuk ke dalam pori-pori sehingga banyak gelombang bunyi yang diserap. Sehingga peneliti menggunakan ketebalan yang tertinggi dari penelitian Putri yaitu 2 cm .

Penelitian yang (Boimau.K. 2015) dimana panjang serat 1 cm memiliki rongga yang besar akan tetapi memiliki alur patahan besar, panjang serat 3 cm memiliki rongga kecil dan alur patahan yang kecil dan untuk panjang serat 2cm memiliki rongga yang cukup besar dan tidak mudah patah sehingga peneliti memutuskan untuk menggunakan panjang serat 2cm.

Ariawan (2018) Dalam penelitiannya yang berjudul “ Pengaruh fraksi volume green composite ampas tebu terhadap koefisien serap bunyi, densitas, dan porositas” menggunakan variasi fraksi volume serat 10:90,15:85,20:80,25:75,30:70% mendapatkan koefisien absorpsi bunyi antara 0.20 – 0.68 dan data ini diperkuat dengan pengujian porositas dan densitas sampel.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terkait pengaruh volume serat sabut kelapa sebagai penguat komposit polimer dengan matriks resin polyester pada penyerapan bunyi bahan akustik maka didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Semakin banyak volume dari serat sabut kelapa yang digunakan pada sampel komposit maka semakin tinggi nilai koefisien absorpsi bunyi yang dan semakin rendah nilai koefisien refleksi bunyi yang dihasilkan. Sehingga didapatkan pengaruh volume serat sabut kelapa terhadap koefisien absorpsi bunyi berbanding lurus dan pengaruh volume serat sabut kelapa terhadap koefisien refleksi bunyi berbanding terbalik.
2. Setiap variasi Volume sampel komposit mengalami penurunan koefisien absorpsi bunyi pada frekuensi 8000Hz (frekuensi tinggi) dan memiliki koefisien absorpsi bunyi tertinggi pada frekuensi 4000Hz. Koefisien absorpsi bunyi mengalami kenaikan pada setiap peningkatan frekuensi yang digunakan hingga mencapai nilai optimumnya yaitu pada frekuensi 4000Hz dan mengalami penurunan pada 8000Hz. Sehingga sampel komposit dengan serat sabut kelapa baik digunakan pada frekuensi sedang dan tinggi.
3. Nilai porositas sampel komposit mengalami peningkatan pada setiap variasi volume yang digunakan. Nilai porositas sampel tertinggi yaitu

0,258909% dengan volume serat 30% dan nilai porositas terendah 0,103257% dengan volume serat 10%. Nilai porositas juga mempengaruhi nilai koefisien absorpsi bunyi yang dihasilkan pada setiap kenaikan nilai porositas didapatkan peningkatan nilai koefisien absorpsi bunyi. Sehingga pengaruh nilai porositas terhadap volume serat dan nilai koefisien absorpsi bunyi berbanding lurus.

## **B. Saran**

Dalam penelitian terkait sifat akustik bunyi sebaiknya dilakukan pada ruangan yang sunyi agar suara dari luar tidak mempengaruhi data hasil penelitian sehingga nilai pengukuran yang didapatkan lebih akurat dan untuk penelitian selanjutnya disarankan agar memastikan semua alat yang digunakan terkalibrasi agar terhindar dari kesalahan dalam pengambilan data.