

Skripsi

**PEMBUATAN MATERIAL AKUSTIK DARI SERAT SABUT KELAPA
(*Cocos Nucifera*) DENGAN PEREKAT RESIN EPOKSI**

**ENJELIN
H021 19 1007**



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PEMBUATAN MATERIAL AKUSTIK DARI SERAT SABUT KELAPA
(*Cocos Nucifera*) DENGAN PEREKAT RESIN EPOKSI**

SKRIPSI

***Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada Program Studi Fisika Departemen Fisika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam***

Enjelin

H021 19 1007

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PEMBUATAN MATERIAL AKUSTIK DARI SERAT SABUT KELAPA
(*Cocos Nucifera*) DENGAN PEREKAT RESIN EPOKSI**

Disusun dan diajukan Oleh:

**ENJELIN
H021 19 1007**

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam Rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
Pada 23 Januari 2024

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan:

Menyetujui,

Pembimbing Utama


Prof. Dr. Nurlela Rauf, M.Sc

NIP. 196006241986012001

Pembimbing Pertama


Prof. Dr. Sri Suryani, DEA

NIP.19580508 198312 2 001

Ketua Program Studi


Prof. Dr. Arifin, M.T.

NIP.19670520 199403 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ENJELIN
NIM : H021191007
Program Studi : FISIKA
Jenjang : S1

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya tulisan saya yang berjudul:

PEMBUATAN MATERIAL AKUSTIK DARI SERAT SABUT KELAPA (*Cocos Nucifera*) DENGAN PEREKAT RESIN EPOKSI

Adalah karya tulis berdasarkan hasil pemikiran dan penelitian saya, bukan merupakan hasil pengambilalihan tulisan maupun pemikiran orang lain. Jika terdapat karya orang lain dalam skripsi ini, maka akan dicantumkan sumber yang benar dan jelas. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, jika dikemudian hari terdapat ketidakbenaran dan penyimpangan dalam pernyataan ini, maka saya berhak menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 23 Januari 2024

Yang menyatakan,


ENJELIN
H021 19 1064

ABSTRAK

Perkembangan teknologi, membuat perkembangan peralatan yang digunakan manusia semakin meningkat. Sebagian besar peralatan tersebut menghasilkan suara-suara yang tidak diinginkan sehingga menimbulkan kebisingan yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Salah satu cara untuk mengatasi kebisingan adalah dengan pemasangan material peredam suara. Namun karena bahan yang sering digunakan cukup mahal. Oleh karena itu, dikembangkan berbagai jenis bahan peredam suara yang murah dan ramah lingkungan yaitu serat sabut kelapa dengan perekat resin epoksi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui koefisien penyerapan bunyi pada material serat sabut kelapa dengan dengan variasi komposisi *matriks* dan *filler* dengan menggunakan tabung impedansi. Variasi komposisi yang digunakan yaitu 2:5, 2:4,3:5 dan 7:10. Berdasarkan ISO 11654 nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik minimum adalah 0,15, dan serat sabut kelapa memiliki nilai di atas 0,15 sehingga berpotensi sebagai bahan dasar material akustik

Kata Kunci: koefisien absorpsi; serat sabut kelapa; resin epoksi; tabung impedansi

ABSTRACT

Technological developments result in the development of equipment used by humans increasing. Most large equipment produces unwanted noises, causing disturbances that can endanger human health. One way to overcome interference is to install sound dampening material. However, because the materials that are often used are quite expensive. Therefore, various types of sound dampening materials that are cheap and environmentally friendly have been developed, namely coconut fiber with epoxy resin adhesive. The aim of this research is to determine the sound absorption coefficient of coconut coir material with variations in matrix and filler composition using an impedance tube. The composition variations used are 2:5, 2:4, 3:5 and 7:10. Based on ISO 11654, the minimum value of sound absorption coefficient and acoustic impedance is 0.15, and coconut fiber has a value above 0.15 so it has the potential to be used as a basic material for acoustic materials.

Keywords: *absorption coefficient; noise; coconut fiber; epoxy resin; tube impedance*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pembuatan Material Akustik Dari Serat Sabut Kelapa (*Cocos Nucifera*) Dengan Perekat Resin Epoksi”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Fisika Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dorongan yang diberikan oleh berbagai pihak yang secara konsisten memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini perkenankanlah penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Kepada Orang tua, Ibunda tercinta **Wasti Panne'** dan ayahanda terkasih **Matius Salamba** yang tidak pernah berhenti untuk memberikan kasih sayang dan doa untuk kelancaran dan kemudahan bagi penulis, yang selalu memberikan semangat saat putus asa serta yang memberikan dukungan moral dan material, semoga Tuhan senantiasa Memberkati dalam hari-harinya.
2. Kepada saudaraku **Redi Sosang** dan **Vhita Chika Sosang** yang selalu mendukung dan memberi semangat kepada penulis agar tidak putus asa dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Kepada seluruh keluarga besar yang selalu mendukung dan memberikan saran dan dukungan berupa moril maupun material, semoga Tuhan senantiasa Memberkati.
4. Kepada Bapak **Prof. Dr. Arifin, M.T** selaku ketua Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
5. Kepada Ibu **Prof. Dr. Nurlela Rauf, M.Sc** selaku pembimbing utama dan Ibu **Prof. Dr. Sri Suryani, DEA** selaku pembimbing pertama yang telah banyak memberikan waktunya untuk membimbing, mendukung serta memberi saran selama proses penelitian, dan penulisan hingga penyelesaian skripsi ini.
6. Kepada Bapak **Prof. Dr. Tasrief Surungan. M.Sc.** dan Bapak **Heryanto, S.Si., M.Si** selaku tim penguji dalam melaksanakan seminar proposal penelitian, seminar hasil penelitian dan ujian sidang skripsi fisika.

7. Kepada seluruh Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah mendidik dan membagi ilmunya kepada penulis.
8. Kepada seluruh staf akademik Departemen Fisika Fakultas MIPA yang dengan tulus hati membantu penulis dalam menyelesaikan urusan-urusan akademik.
9. Teman-teman Crazy Rich (**Stania Marsela, Maria Antoinet, Yoriska Patrisia, dan Gunawan**) yang sudah menemani penulis selama 4 tahun lebih. Terima kasih untuk omelan, canda gurau, semangat dan moment berharga yang terjadi selama ini. Sukses selalu untuk teman-teman, dan dilancarkan penelitiannya yang masih berjuang.
10. Kepada Sahabatku Pencari Bakat (**Okta dan Jelsy**) yang selama ini telah menemani, telah berbagi suka dan duka, dan menjadi support system terbaik. Semangat untuk penelitiannya dan semangat yang diperantauan yang sedang bekerja. Tuhan Memberkati.
11. Kepada Sepupu Terbaikku (**Elisa, Sri, Appi', Novi, Indar, Erwin, Bettu, Attong, Serly, Rio, Perdi,**) yang senantiasa menjadi penyemangat, selalu memberikan nasehat dan menjadi donatur. Sehat selalu dan semangat dalam pekerjaannya.
12. Kepada **Jeprianto Toding** yang telah menjadi support system terbaik. Terimakasih telah mendengarkan keluh kesah, memberikan dukungan, pikiran, maupun materi. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan saya hingga sekarang ini.
13. Kepada Penghuni Kost (**Kristin, Shira, Risma**) yang selalu kurepotkan dan selalu menemani kemanapun dan kapanpun. Semangat kuliahnya dan semoga cepat selesai.
14. Teman-teman Material 2019 (**Rati B, Abdul Razak , Rifqah Nurul Ihsani, Faradiba Tsani Arif, Ririn Annur, Nur Alya, Muh. Agung, Hajrul Farawansyah,**) yang sudah menemani penulis selama berada di Lab. Material dan Energi. Terima kasih teman-teman.

15. Seluruh teman-teman **Fisika 2019** yang telah bersama-sama melewati semester demi semester hingga kini ada yang perjuangannya akan berakhir dan ada yang masih melanjutkan perjuangannya.
16. Kepada teman-teman KKNT Gelombang 108, Kabupaten Tana Toraja, Desa Pakala (**Sela, Tasya, Izul , Jonly, Hendry, Kevin**) terima kasih atas dukungannya, sukses selalu untuk kalian.
17. Seluruh pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, yang memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung sejak awal masa perkuliahan hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis menerima segala bentuk kritik maupun saran untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis, dan pada segala pihak yang membutuhkan pada umumnya.

Makassar, 23 Januari 2024



ENJELIN

H021 19 1007

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
II.1 Kebisingan	3
II.2 Komposit.....	4
II.3 NaOH (Natrium Hydroxide).....	5
II.4 Resin Epoxy.....	6
II.5 Serat Sabut Kelapa.....	7
II.6 Bunyi	8
II.7 Koefisien Penyerapan Bunyi.....	10
II.8 Metode Pengukuran Bunyi.....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
III.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	13
III.3 Prosedur Penelitian.....	14
III.4 Bagan Alir Penelitian	17

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
IV.1 Pembuatan Material Akustik.....	18
IV.2 Pengujian Morfologi Dengan Menggunakan Mikroskop Digital.....	19
IV.3 Pengukuran Nilai Koefisien Penyerapan Bunyi.....	21
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....	26
V.1 Kesimpulan.....	26
V.2 Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA.....	27

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Klasifikasi Material Komposit.....	4
Gambar 2.2 Struktur Kimia NaOH.....	5
Gambar 2.3 Larutan Naoh dalam Air	5
Gambar 2.4 Pembentukan Jaringan Epoksi yang Berikatan Silang (Sintesis DGEBA Dari Bisphenol-A dan Epiklorohidrin).....	6
Gambar 2.5 Serat Sabut Kelapa.....	7
Gambar 2.6 Mekanisme Penyerapan Bunyi	10
Gambar 2.7 Skema Pengukuran Tabung Impedansi	11
Gambar 3.1 Ekstraksi Sabut Kelapa	14
Gambar 3.2 Pembuatan Komposit.....	15
Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian.....	17
Gambar 4.1 Material Akustik Serat Sabut Kelapa	18
Gambar 4.2 Uji Morfologi Sampel.....	19
Gambar 4.3 Pengukuran Menggunakan Tabung Impedansi	21
Gambar 4.4 Grafik Koefisien Penyerapan Bunyi Sampel A	21
Gambar 4.5 Grafik Koefisien Penyerapan Bunyi Sampel B	22
Gambar 4.6 Grafik Koefisien Penyerapan Bunyi Sampel C	22
Gambar 4.7 Grafik Koefisien Penyerapan Bunyi Sampel D	23
Gambar 4.8 Grafik hubungan koefisien absorpsi (α) pada semua variasi komposisi dengan metode tabung impedansi dua mikrofon.....	24

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Daftar Kandungan dalam Serat Sabut Kelapa.....	8
Tabel 3.1 Variasi Komposit Material	15
Tabel 4.1 Data pengujian Porositas Material Akustik Serat Sabut Kelapa	20

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Pengujian Morfologi.....	29
Lampiran 2 Pengujian Koefisien Penyerapan Bunyi	31
Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian	43

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Polusi suara atau kebisingan merupakan salah satu masalah utama di banyak kota diseluruh dunia. Sumber polusi suara atau kebisingan disebabkan oleh berbagai faktor seperti kemajuan teknologi dan transportasi [1],[2]. Polusi suara memiliki dampak pada aktivitas kehidupan manusia yang menyebabkan gangguan terutama pada gangguan kesehatan, gangguan dalam komunikasi dan berdampak terhadap kenyamanan lingkungan manusia. Intensitas kebisingan yang tinggi ini menyebabkan stres, gangguan tidur, perubahan hormonal, peningkatan tekanan darah, detak jantung. Berbagai penyakit kardiovaskular dan penyakit arteri koroner dan kecacatan kognitif (pada anak-anak). Selain dari itu paparan suara yang sangat keras untuk jangka waktu tertentu dapat menyebabkan gangguan pendengaran [2],[3].

Untuk mengurangi polusi suara maka diterapkan berbagai cara seperti memakai pelindung pendengaran, memasang penghalang suara dan menerapkan panel peredam suara. Peredam suara atau absorber suara adalah alat yang dapat menyerap energi suara dari suatu sumber yang fungsinya dapat mengendalikan kebisingan. Pada umumnya bahan peredam suara yang ada di pasaran yang berasal dari bahan sintesis seperti; *soft plester*, *rockwool* dan *glass wool* [4].

Namun semakin mahalnya harga barang termasuk peredam suara yang terbuat dari material sintetis, maka masyarakat berupaya untuk mencari alternatif lain dengan mulai memanfaatkan pemanfaatan serat limbah alam sebagai bahan peredam akustik [4]. Serat alami yang sering dimanfaatkan berasal dari limbah pertanian dan limbah industri. Serat alami merupakan serat yang berasal dari alam (bukan merupakan buatan atau rekayasa manusia). Serat alami ini dibagi menjadi 3 kategori, yaitu serat yang berasal dari tumbuhan, serat yang berasal dari hewan dan materi/anorganik. Serat alami memiliki kepadatan yang lebih rendah, memiliki sifat akustik yang baik, lebih ekonomis, lebih mudah didapatkan, dan lebih mudah didaur ulang [5]. Serat alami umumnya memiliki sifat koefisien penyerapan suara yang baik pada pertengahan hingga frekuensi tinggi ($\alpha > 0,5$, di atas 1 kHz). Serat

yang sering digunakan serat pinang, serat pelepah pisang, serat eceng gondok, dan serat jerami padi dan serat sabut kelapa [6].

Sabut kelapa merupakan hasil samping dari pengolahan buah kelapa, dan merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa, yaitu sekitar 35 persen dari bobot buah kelapa. Produksi buah kelapa Indonesia rata-rata 15,5 milyar butir/tahun atau setara dengan 3,02 juta ton kopra, 3,75 juta ton air, 0,75 juta ton arang tempurung, 1,8 juta ton serat sabut, dan 3,3 juta ton debu sabut kelapa [7]. Beberapa karakteristik serat kelapa adalah sebagai serat alami, sumber daya terbarukan, memiliki kapasitas penyerapan air yang tinggi, tahan terhadap suara dan panas, serat yang ringan, kuat dan mudah didapat.

Berdasarkan uraian sebelumnya, penulis bertujuan untuk memanfaatkan serat sabut kelapa (*Cocos Nucifera*) untuk dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan komposit peredam akustik karena bahan peredam suara dari sabut kelapa dapat meredam suara secara maksimal dan meningkat dalam frekuensi suara yang rendah maupun tinggi. Hal ini juga merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam memanfaatkan serat alami yang ada. Oleh karena itu, penulis akan melakukan penelitian tugas akhir yang berjudul “Pembuatan Material Akustik dari Serat Serabut Kelapa (*Cocos Nucifera*) dengan Perekat Resin Epoxy“.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana morfologi sampel komposit dari serat sabut kelapa (*Cocos Nucifera*)?
2. Bagaimana kemampuan komposit serat sabut kelapa (*Cocos Nucifera*) sebagai peredam kebisingan?
3. Bagaimana nilai koefisien absorpsi bunyi dengan menggunakan metode tabung impedansi?

I.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui morfologi sampel dari serat sabut kelapa (*Cocos Nucifera*).
2. Menganalisis kemampuan komposit serat sabut kelapa (*Cocos Nucifera*) sebagai peredam kebisingan.
3. Mengetahui nilai koefisien absorpsi bunyi dengan menggunakan metode tabung impedansi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Kebisingan

Kebisingan adalah terjadinya bunyi yang tidak menyenangkan atau suara yang tidak diinginkan sehingga dapat mengganggu dan membahayakan kesehatan [4]. Bunyi ditimbulkan sumber suara yang bergetar. Getaran sumber suara ini mengganggu keseimbangan molekul-molekul udara disekitarnya sehingga molekul- molekul udara ikut bergetar. Intensitas atau arus energi per satuan luas biasanya dinyatakan dalam satuan logaritmis yang disebut desibel (dB) dengan memperbandingkannya dengan kekuatan dasar 0,0002 dyne/cm² yaitu kekuatan dari bunyi dengan frekuensi 1000 Hz yang tepat dapat didengar oleh telinga normal. Bunyi biasanya dihasilkan oleh beberapa objek bergetar yang bersentuhan dengan udara [8].

Umumnya kebisingan bersumber dari kegiatan manusia terutama pada kegiatan rumah tangga, industri dan transportasi. Kebisingan juga biasanya bersumber dari kegiatan penambangan dan penggalian hingga kebisingan yang berasal dari kegiatan manusia misalnya pada lapangan olah raga, adanya konser musik, kegiatan wisata, mesin pemotong rumput, dan kegiatan harian manusia lainnya [9].

Bising dapat dibedakan menjadi 3 kategori

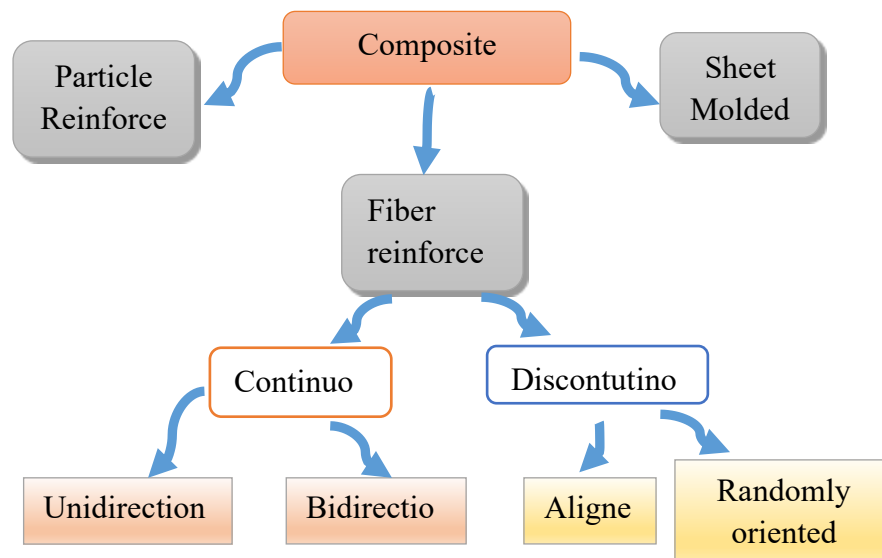
- a) Bising pendengaran (*audible noise*), yaitu bising pendengaran ini disebabkan oleh frekuensi bunyi yang terjadi pada kawasan frekuensi bunyi pendengaran. Kisaran frekuensi itu antara 31,5 hingga 8.000 Hz, dan pada kawasan itulah telinga manusia pada segala umur dapat mendengarkan bunyi.
- b) Bising oleh pekerjaan (*occupational noise*), bising pekerjaan ini disebabkan oleh tekanan bunyi yang secara kontinu dengan menekan gendang telinga manusia. Bising pekerjaan ini biasa disebabkan oleh bunyi mesin industri yang terus beroperasi atau bunyi mesin kendaraan.
- c) Bising implusif (*impuls noise*), bising implusif ini disebabkan oleh bunyi yang menyentak, seperti buny meriam dan bunyi halilintar.

Masalah pencemaran kebisingan sangat serius di kota-kota dan negara-negara berkembang. Berbeda dengan banyak masalah lingkungan lainnya, pencemaran kebisingan terus berkembang, disertai dengan peningkatan jumlah keluhan dari individu yang terkena dampak dan efek-efek negatif [3]. Pengembangan bahan akustik yang efektif atau bahan penyerap suara menjadi sangat penting untuk mitigasi kebisingan [10].

II.2 Komposit

Komposit adalah jenis material yang terbentuk dari gabungan dua atau lebih bahan yang berbeda, yang biasanya memiliki sifat fisik atau kimia yang berbeda [11]. Bahan-bahan digabungkan secara khusus untuk menciptakan sebuah material baru yang memiliki karakteristik unik dan unggul dibandingkan dengan bahan-bahan asli yang digunakan dalam pembuatan material [12].

Bahan dasar yang mengikat atau menahan bahan pengisi dalam struktur, disebut sebagai matriks atau bahan pengikat, sedangkan bahan pengisi hadir dalam bentuk lembaran, fragmen, partikel, serat, atau serat dari material alami atau sintesis [11]. Komposit dibagi menjadi: Matriks Polimer, Matriks Keramik, Matriks Logam



Gambar 2.1 Klasifikasi material komposit [11].

Komposit mempunyai banyak keunggulan dibandingkan dengan bahan lain misalnya bahan tunggal diantaranya serat komposit memiliki massa yang lebih

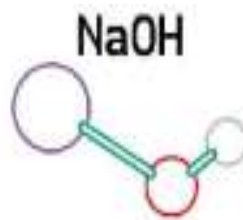
ringan karena komposit merupakan penguat dan matriks dengan massa yang berbeda [4].

Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu [11]:

1. Penguat (*reinforcement*): bahan penyusun yang mempunyai sifat kurang elastis tetapi lebih kaku serta lebih kuat
2. Matriks: bahan penyusun yang umumnya lebih elastis namun mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah.

II.3 NaOH (Natrium Hydroxide)

Natrium hidroksida (NaOH) merupakan basa kuat dan larut dalam air, menghasilkan larutan alkali yang sangat basa [13]. Natrium hidroksida juga dikenal sebagai soda api dan soda kaustik, adalah senyawa anorganik dengan rumus NaOH, senyawa ionik padat berwarna putih yang terdiri dari kation natrium Na^+ dan anion hidroksida OH^- [14].



Gambar 2.2 Struktur Kimia NaOH

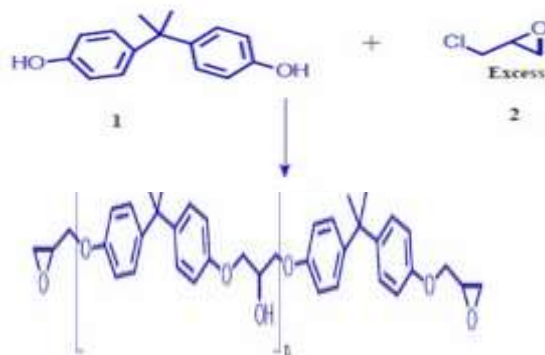
Natrium hidroksida diproduksi secara industri sebagai larutan 50% dengan variasi proses klor-alkali elektrolitik. Natrium hidroksida padat diperoleh dari larutan dengan cara menguapkan air. NaOH biasanya dijual dalam bentuk butiran setengah bola (*semi-spherical pellets*). Zat kaustik harus dihindari kontak dengan kulit. Natrium hidroksida juga bersifat higroskopis, artinya akan menyerap air dari udara ketika terpapar. Selain itu, NaOH dikenal sebagai pembersih yang membantu menghilangkan kotoran, minyak, atau lapisan pasif [13],[15].



Gambar 2.3 larutan NaOH dalam air

II.4 Resin Epoxy

Sejak tahun 1940, resin epoksi telah menjadi salah satu bahan paling umum digunakan dalam berbagai aplikasi seperti cat, pelapis, perekat, bagian-bagian elektronik, komposit, dan komponen struktural. Epoksi yang digunakan sebagai perekat dapat meningkatkan ketahanan material dari korosi [16]. Sifat dari resin epoksi yaitu modulus tinggi, kekuatan tinggi, daya rekat yang baik, dan ketahanan kimia yang tinggi. Struktur epoxy yang terikat silang menentukan sifat-sifat termal dan mekanik dari termoset epoxy [17].



Gambar 2.4 Pembentukan jaringan epoksi yang berikatan silang (Sintesis DGEBA dari bisphenol-A dan epiklorohidrin) [17]

Ada beragam senyawa epoxy yang digunakan dalam berbagai aplikasi, dengan gugus epoksi terikat pada hidrokarbon alifatik, siklik, atau aromatik. Resin tipe DGEBA, yang paling umum disintesis dari senyawa polihidrik seperti bisfenol-A dan epiklorohidrin. Sejumlah kumpulan resins ini yang termasuk dalam glikidil eter, termasuk Bisfenol-F dan Bisfenol-H, digunakan secara luas terutama untuk proses yang membutuhkan resin epoksi dengan viskositas rendah [16],[17]

Bentuk murni dan terpolimerisasi dari resin epoksi telah digunakan sebagai bahan pelapis antikorosi, terutama untuk baja karbon dalam larutan asam dan natrium klorida (3% dan 3,5%). Resin epoksi (ER) memiliki kemampuan daya rekat yang kuat dengan berbagai substrat, terutama permukaan logam, berbeda dengan sebagian besar polimer termoset, polimer berbasis epoksi memiliki penyusutan yang rendah. Di pasar, resin epoksi tersedia dalam bentuk cair dan dalam bentuk serbuk (padat)[16].

II.5 Serat Sabut Kelapa

Serat adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alami dan serat sintetis (serat buatan manusia). Serat alam dibagi berdasarkan keadaan sifat aslinya berasal dari tumbuhan, hewan atau mineral. Umumnya serat tumbuhan dan sayur-sayuran digunakan sebagai penguat plastik. Serat tumbuhan meliputi rambut (kapas, kapok), serat pada tumbuhan dikotil atau pembuluh tumbuhan monokotil, misalnya kulit pohon (batang lenan, ganja, benang goni, rami) dan serat kasar (sisal, henequen, sabut kelapa).

Serat kelapa (*cocos nucifera*) merupakan limbah pertanian [18]. Sabut kelapa merupakan hasil samping dari pengolahan buah kelapa, dan bagian terbesar dari buah kelapa, yaitu sekitar 35 persen dari bobot buah kelapa. Serat kelapa diperoleh dari kulit luar kelapa, yang termasuk dalam kelompok serat palma dan memiliki ketahanan tertinggi di antara semua serat alami karena memiliki kekuatan tarik dan modulus elastisitas bervariasi dan mampu menahan 4–6 kali lebih banyak tekanan daripada serat lainnya [19],[20]. Serat kelapa mengandung selulosa, gula selulosa, dan lignin sebagai komposisi utama [21]. Serat sabut buah kelapa memiliki beberapa sifat yaitu tahan lama, kuat terhadap gesekan dan tidak mudah patah, tahan terhadap air (tidak mudah membusuk), tahan terhadap jamur dan hama. Selain itu, sabut kelapa juga mempunyai kelebihan dapat menahan kandungan air [25].



Gambar 2.5 Serat Sabut Kelapa

Ada 2 jenis serat kelapa, yaitu serat berwarna tua yang diambil dari kelapa dewasa dan serat putih yang diambil dari kelapa muda [18]. Serat berwarna tua lebih tebal, kuat, dan memiliki hambatan area yang tinggi sedangkan Serat putih lebih halus dan lebih lembut. Tiga bentuk serat kelapa, yaitu serat kasar (serat

panjang), serat matras (umumnya pendek), dan serat *decorticated* (serat campuran), jenis serat yang berbeda ini memiliki penggunaan yang berbeda [20].

Tabel 2.1 Daftar Kandungan dalam serat sabut kelapa [20]

No	Parameter	Presentase (%)
1	Kandungan serat makanan	63.24
2	Kelarutan	2.2
3	Kandungan Abu	1.8
4	Total gula (karbohidrat)	84.4
5	Protein	0.11
6	Lemak	1.16
7	Kadar Air	9.5

II.6 Bunyi

Bunyi merupakan sebuah gelombang longitudinal yang merambat melalui suatu medium tertentu, bunyi terjadi karena adanya suatu getaran sehingga menciptakan suatu sistem suara yang membuat bunyi tersebut dapat didengar oleh indera pendengaran manusia. Bunyi memiliki karakteristik tertentu, dilihat dari frekuensi, amplitudo, cepat rambat, waktu dengung, dan lain lain [22],[25].

Satuan yang digunakan untuk menentukan taraf intensitas bunyi adalah decibel dB(A) yang merupakan ukuran energi bunyi. Decibel A merupakan ukuran tingkat tekanan suara yang dapat diterima oleh telinga manusia. Satuan decibel A merupakan bilangan perbandingan bunyi yang paling rendah yang dapat didengar oleh rata-rata manusia.

Karakter bunyi yang menunjukkan besar kuatnya bunyi disebut dengan tingkat bunyi. Kuat bunyi dipengaruhi oleh dua hal, yaitu sebagai berikut: Amplitudo (A) Makin besar simpangan gelombang bunyi yang merambat, makin kuat bunyi yang didengar. Panjang gelombang (λ) Makin besar panjang gelombang, makin rendah frekunsinya dan makin kuat bunyi tersebut menimbulkan getaran pada medium yang dilaluinya. Ada beberapa cara untuk mengukur kuat bunyi, yaitu daya bunyi (sound power), intensitas bunyi (sound intensity).

Berikut beberapa proses bunyi yang manusia dapat dengar dengan beberapa tahapan sebagai berikut [23] :

- a) Adanya getaran di sumber bunyi, getaran itu menggetarkan udara di sekitarnya.
- b) Usikan oleh sumber bunyi dirambatkan di udara sebagai gelombang longitudinal, yang ditampilkan oleh variasi tekanan udara disepanjang perambatan gelombang itu.
- c) Perambatan usikan di udara masuk ke telinga dengan menggetarkan selaput gendang telinga, hingga akhirnya informasi bunyi itu diterima oleh otak.

Sifat-sifat bunyi:

- a) Pantulan bunyi

Pantulan bunyi dikuasai oleh hukum Snellius tentang pemantulan. Gema dihasilkan dari pantulan bunyi oleh benda keras, misalnya tembok, tebing, dan batu. Salah satu contoh dari pantulan bunyi adalah gema (*echoes*) dan reverberasi.

- b) Pembiasaan bunyi

Bunyi dapat membias karena kecepatan rambatnya berubah. Hal itu ditandai oleh berubahnya arah rambat gelombang bunyi. Bunyi lebih cepat melewati udara bagian atas sehingga lintasannya membelok (membias) ke atas.

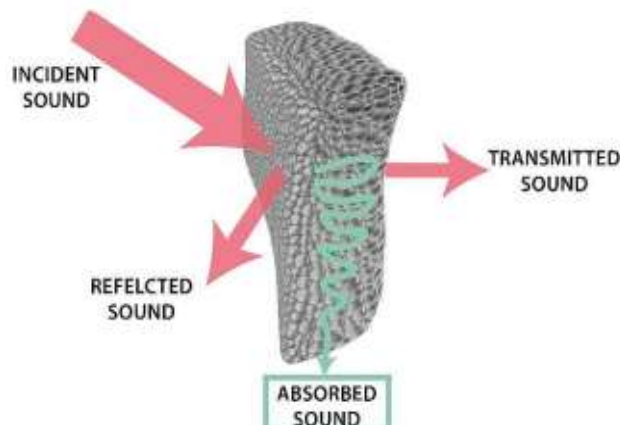
- c) Interferensi Bunyi

Interferensi bunyi adalah penjumlahan atau superposisi dari dua buah gelombang atau lebih

Kemampuan manusia untuk mendengar suara berkisar antara frekuensi 20-20.000 Hz. Selain itu, manusia memiliki batas kemampuan mendengar suara pada rentang hingga 140 dB, lebih daripada itu akan terjadi kerusakan pada organ-organ dalam gendang telinga [24]. Makin tinggi frekuensi, makin banyak gelombang bunyi terjadi dalam satuan waktu dan nada bunyi terdengar makin tinggi. Ada tiga mekanisme umum yang terjadi saat gelombang suara melewati bahan akustik, yaitu pemantulan suara, penyerapan suara, dan transmisi suara [25]

II.7 Koefisien Penyerapan Bunyi

Pengukuran akustik untuk menentukan kinerja suatu material akustik umumnya dapat dibagi menjadi dua jenis pengukuran, yaitu pengukuran koefisien penyerapan suara (α) dan kehilangan transmisi suara [3]. Koefisien penyerapan bunyi merupakan bentuk efisiensi penyerapan bunyi suatu bahan pada suatu frekuensi tertentu. Besarnya penyerapan bunyi tersebut disebut koefisien serapan (α). Nilai koefisien serap bunyi tersebut bernilai 0 sampai 1. Misalnya pada suatu bahan yang diberi bunyi dengan frekuensi 500 Hz, maka bunyi terserap sebanyak 65% dari bunyi yang datang dan 35% lainnya dipantulkan, maka koefisien penyerapan bunyi bahan tersebut senilai 0,65. Suatu material dapat dikategorikan sebagai bahan penyerap bunyi apabila material tersebut memiliki nilai koefisien absorpsi bunyi minimum sebesar 0.15 (ISO 11654) [26].



Gambar 2.6 Mekanisme penyerapan bunyi [27].

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 (α) [25]. Jika koefisien absorpsinya tinggi maka material tersebut semakin baik digunakan untuk bahan penyerapan bunyi.

Penghitungan koefisien penyerapan (α) :

$$I = I_0 e^{-\alpha t} \quad (2.1)$$

Keterangan :

α = koefisien serap

I_0 = intensitas awal (dB)

I = intensitas yang diteruskan (dB)

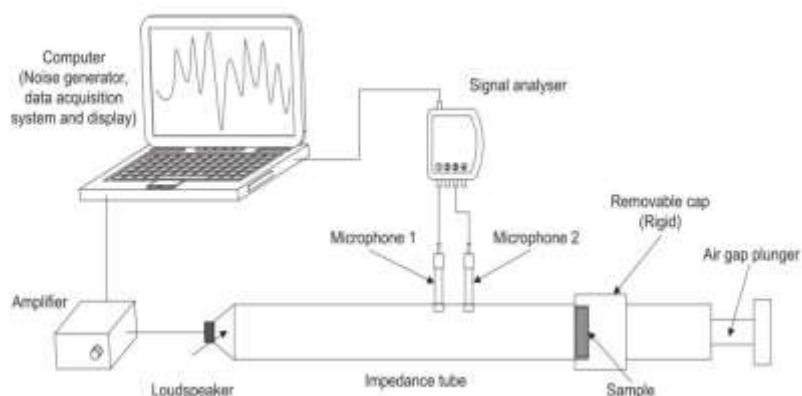
t = tebal komposit

Untuk melihat kualitas penyerap bunyi, nilai koefisien serap bunyi harus berada pada rentang 0-1. Apabila nilai koefisien serap bunyi yang diperoleh bernilai 0 atau lebih kecil dari 0, maka medium dapat dikatakan sebagai peredam suara yang tidak baik. Semakin besar nilai koefisien serap bunyi (α) maka semakin baik untuk digunakan sebagai peredam suara, begitu pula sebaliknya. Koefisien serap yang dimiliki tiap material berbeda-beda sesuai dengan jenis, tebal, dan kondisi material saat dihitung. Koefisien serap bunyi dapat dipandang sebagai suatu persentase bunyi serap dan 1,00 berarti daya serap maksimal yaitu 100 % dan 0,01 berarti daya serap minimal yaitu 1 % [28].

II.8 Metode Pengukuran Bunyi

Sejumlah teknik pengukuran dapat digunakan untuk mengukur serapan dari material penyerap. Dalam pengukuran serapan terdapat koefisien absorpsi (α), koefisien refleksi (R), dan impedansi permukaan (Z). Metode untuk mengukur koefisien absorpsi bunyi diantaranya adalah [24],[25]

1. Metode tabung impedansi adalah metode pengukuran yang digunakan untuk mengukur sifat akustik bahan, terutama sifat penyerapan suara dan impedansi permukaan. Metode ini melibatkan penggunaan tabung khusus yang dirancang untuk menghasilkan gelombang suara yang terkontrol dan merambat ke arah bahan yang akan diuji .



Gambar 2.7 Skema Pengukuran Tabung Impedansi [29]

a. *Impedance Tube*

Tabung impedansi merupakan alat pengukur absorpsi suara suatu bahan pada gelombang bunyi tertentu. Prinsip kerja dari tabung impedansi adalah bunyi yang dibangkitkan oleh generator yang kemudian bunyi tersebut akan dikirimkan ke loudspeaker yang akan disalurkan melalui tabung hingga permukaan spesimen. Setelah bunyi menyentuh permukaan spesimen tersebut maka sebagian bunyi akan diserap dan sebagian lagi akan dipantulkan. Bunyi yang dipantulkan akan menyentuh *microphone* yang berada di dalam tabung impedansi dan akan terbaca pada komputer yang terhubung dengan tabung impedansi.

b. *Microphone*

microfon sebagai suatu transuder yang menghasilkan isyarat elektrik saat di gerakkan oleh gelombang suara. Microfon ini berfungsi sebagai penangkap gelombang suara yang berinterferensi dalam tabung.

c. *Amplifier*

Alat yang berfungsi untuk menguatkan sinyal yang diterima oleh mikrofon.

d. *Signal Generator*

Alat yang berfungsi berfungsi untuk menghasilkan signal yang dihubungkan dengan loudspeaker sehingga mengasilkan sumber bunyi dengan berbagai frekuensi

e. *Computer*

Berfungsi sebagai penyimpanan data dan untuk menampilkan bentuk gelombang.

f. *Loudspeaker*

Alat yang berfungsi sebagai sumber pembangkit gelombang bunyi.

2. Metode langsung adalah metode pengukuran yang digunakan untuk mengevaluasi sifat akustik permukaan suatu bahan secara langsung di lokasi atau tempat yang sesungguhnya.
3. Metode ruang gema adalah sebuah metode pengukuran yang digunakan untuk mengukur koefisien penyerapan suara dan sifat akustik bahan.