

VARIASI PANJANG DAN FRAKSI VOLUME TERHADAP KOEFISIEN SERAP BUNYI PANEL GREEN KOMPOSIT SERABUT KELAPA (*Cocos nucifera*) DENGAN PEREKAT GETAH PINUS (*Pinus merkusii*)

Yosua Kristianto, I Ketut Gede Sugita, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, ST. Msi
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Peredaman suara memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia yang menginginkan ketenangan, penelitian yang dilakukan ini, saya menggunakan serabut kelapa dengan perekat atau menggunakan resin getah pinus mercusii, dan serbuk kelapa dengan perekat getah pinus mercusii dalam pembuatan panel penyerapan bunyi. Keunggulan dari penelitian ini adalah menggunakan material material yang disediakan oleh alam, tidak mencemari lingkungan dan mampu didegradasi oleh alam. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume dan panjang serat terhadap peredaman suara yang terbaik dengan perekat getah pinus dengan serat kelapa.

Komposit berpenguat serat kelapa dengan perekat getah pinus menggunakan fraksi volume 76,97% getah pinus – 23,03% serbuk kelapa, 82,24% getah pinus - 17,75% serabut kelapa, 85,33% getah pinus - 14,66% serabut kelapa, 91,29% getah pinus – 8,70 % serbuk kelapa. Penelitian ini menggunakan sesuai ASTM E:1050:1998 tabung impedansi 2 microphone dalam peredaman suara.

Spesimen ini dibuat sebanyak delapan sampel dari empat fraksi volume tersebut. Spesimen dibuat dengan metode hand lay-up, dengan proses pengeringan menggunakan suhu dalam ruangan. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa pengaruh fraksi volume mempengaruhi dari penyerapan suara, dilihat dari nilai impedansi akustik yang bergantung pada frekuensi dan massa serat, dimana penambahan komposisi serat kelapa, maupun serbuk kelapa pada setiap sampel, dapat meningkatkan besarnya koefisien penyerapan maksimum (nilai puncak penyerapan) dari sampel. Komposit yang diperkuat dengan serat kelapa dengan panjang yang divariasikan mempengaruhi peredaman suara, pada nilai panjang serat 3cm dengan fraksi volume 76,97% getah pinus – 23,03% serbuk kelapa menunjukkan nilai 0,93 pada frekuensi 800 Hz, dan fraksi volume 82,24% getah pinus - 17,75% serabut kelapa menunjukkan nilai 0,94 pada frekuensi 1500 Hz.

Kata Kunci : green komposit, perekat getah pinus, serat kelapa, serbuk kelapa, peredam suara.

Abstract

Soundproofing plays an important role in the lives of humans who want calm, research done, I use coconut fibers with adhesive or use pine resin mercusii resin, and coconut powder with pine resin glue mercusii in the manufacture of sound absorption panel. Keunggulan of this research is to use material material provided by nature, not pollute the environment and can be degraded by nature. This study was conducted to determine the effect of volume fraction and fiber length on the best soundproofing with pine resin glue with coconut fiber.

Coconut fiber-reinforced composite with pine resin adhesive using fraction volume 76.97% pine resin - 23.03% coconut powder, 82.24% pine resin - 17.75% coconut fiber, 85.33% pine resin - 14.66% coconut fiber, 91.29% pine resin - 8.70% coconut powder. This study uses ASTM E: 1050: 1998 impedance 2 microphone in soundproofing. These specimens were made up of eight samples from the four fractions of the volume.

Specimens were made by hand lay-up method, with drying process using indoor temperature. From the test results it was found that the effect of the volume fraction influences from sound absorption, seen from the value of the acoustic impedance which depends on the frequency and the mass of the fiber, where the addition of coco fiber composition, as well as the coconut powder in each sample can increase the maximum absorption coefficient (absorption peak value) of the sample. The coconut fiber-reinforced composite of varying length affects sound damping, at 3cm fiber length with fractional volume of 76.97% pine resin - 23.03% coconut powder shows a value of 0.93 at a frequency of 800 Hz, and a volume fraction of 82, 24% pine resin - 17.75% coconut fiber shows a value of 0.94 at a frequency of 1500 Hz.

Keywords: green composite, pine resin glue, coconut fiber, coconut powder, silencer.

1. Pendahuluan

Penyerapan suara memiliki peranan penting, seperti pada studio rekaman, ruang perkantoran, hotel, rumah sakit, sekolah dan tempat tempat yang menginginkan ketenangan dari suara dari luar. Sebagai contoh Ridhola (2015) yang telah melakukan penelitian tentang serabut ampas tebu sebagai pengendalian kebisingan, namun Ridhola masih

menggunakan resin polyester-mekpo, lalu selanjutnya Puspitarini dan Mustofa (2014) yang melakukan penelitian terhadap penyerapan bunyi dengan menggunakan material dasar ampas tebu tetapi menggunakan resin PVA. Keunggulan dari penelitian ini adalah menggunakan material material yang disediakan oleh alam, tidak mencemari lingkungan dan mampu didegradasi oleh alam. Di Indonesia, sangat begitu banyak pohon kelapa, dan

selama ini banyak serabut kelapa yang hanya terbuang begitu saja tanpa dimanfaatkan dengan maksimal, bahkan tidak jarang hanya terbuang begitu saja dan menjadi sampah yang akan mencemari lingkungan. Sama halnya dengan Getah pinus yang diperoleh dari hasil penyadapan pohon pinus (*Pinus Merkusii Jungh. et deVries*) yang sangat kurang dimanfaatkan. Kondisi ini sangat memungkinkan untuk dikembangkannya getah pinus sebagai matriks komposit dengan serabut kelapa. Selain itu keduanya didapatkan dari alam dan membuat komposit ini menjadi ramah lingkungan. Dari penelitian yang sudah dilakukan, banyak menyinggung tentang pengaruh fraksi volume, tetapi sedikit yang menyinggung tentang panjang serabut kelapa, oleh karena itu penulis dapat melakukan penelitian tentang pengaruh panjang serabut kelapa dengan fraksi volume yang ditentukan, dengan maksud untuk mendapatkan hasil dari pengaruh koefisien serap bunyi panel green komposit, apakah mempengaruhi dalam penyerapan suara atau tidak.

Dalam hal ini ada beberapa permasalahan yang akan dikaji, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh fraksi volume serabut kelapa dengan perekat getah *pinus merkusi* terhadap koefisien serap bunyi?
2. Bagaimana pengaruh panjang serabut kelapa terhadap koefisien serap bunyi?

2. Dasar teori

2.1 Definisi Bunyi

Bunyi, secara harafiah dapat diartikan sebagai sesuatu yang kita dengar. Secara singkat, bunyi adalah suatu bentuk gelombang longitudinal yang merambat secara perapatan dan perenggangan terbentuk oleh partikel zat perantara serta ditimbulkan oleh sumber bunyi yang mengalami getaran.

2.2 Sifat – Sifat Bunyi

Bunyi mempunyai beberapa sifat seperti: asal dan perambatan bunyi, frekuensi bunyi, cepat rambat bunyi, panjang gelombang, intensitas, kecepatan partikel dan lain-lain.

2.3 Material Akustik

Material akustik adalah material teknik yang fungsi utamanya adalah untuk menyerap bunyi/bising. Material akustik adalah suatu material yang dapat menyerap energi bunyi yang datang dari sumber bunyi.

Penyerapan bunyi merupakan suatu hal penting didalam desain akustik, dan dapat diklasifikasikan menjadi 4 bagian, yaitu :

a. Material berpori (*porous material*)

Seperti material akustik yang umum digunakan, yaitu *mineral wool*, plester akustik, sama seperti karpet dan material gorden, yang dikarakterisasi dengan cara membuat rajutan

yang saling mengait sehingga membentuk pori yang berpola.

b. Membran penyerap (*panel absorber*)

Lembar *material solid* (tidak porous) yang dipasang dengan lapisan udara dibagian belakangnya (*air space backing*).

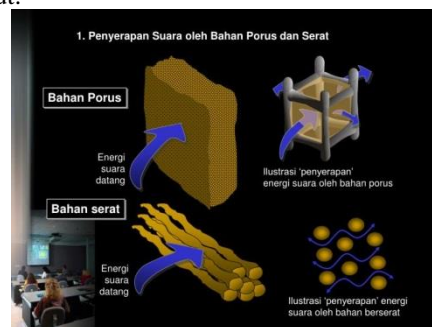
c. Rongga penyerap (*cavity resonator*)

Rongga udara dengan volume tertentu dapat dirancang berdasarkan efek *resonator Helmholtz*. Efek *osilasi* udara pada bagian leher (*neck*) yang terhubung dengan volume udara dalam rongga ketika menerima energi bunyi menghasilkan efek penyerapan bunyi, menyerap energi bunyi paling efisien pada pita frekuensi yang sempit di dekat sumber gaungnya

2.3.1 Gejala Penyerapan Bunyi Dalam Material

Material yang mampu menyerap bunyi pada umumnya mempunyai struktur berpori atau berserabut.

Secara ilustratif, gejala penyerapan bunyi oleh suatu material akustik dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Ilustrasi penyerapan energi bunyi oleh material akustik.

2.4 Material Komposit

Material komposit adalah penggabungan atau pencampuran material yang sekurang-kurangnya terdiri dari dua material-material yang berbeda fasa dan sifat mikroskopisnya dengan menggunakan aturan tertentu

Material komposit biasanya terdiri dari material penyusun dan material yang mengisolasi material lain.

Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda yaitu :

1. Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat yang kurang *ductile* tetapi lebih rigid serta lebih kuat.
2. Matriks umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan *regiditas* yang lebih rendah.

2.4.1 Jenis – Jenis Material Komposit

Komposit didefinisikan sebagai material yang terdiri dua atau lebih material penyusun yang berbeda, umumnya matriks dan penguat (*reinforcement*). Matriks adalah bagian komposit yang secara *continue* melingkupi penguat dan berfungsi mengikat penguat yang satu dengan yang lain

Sedangkan penguat adalah komponen yang dimasukkan ke dalam matriks yang berfungsi sebagai penerima atau penahan beban utama yang dialami oleh komposit.

Berdasarkan jenis penguatnya komposit dibagi:

1. Material komposit serabut (*fibricus composite*).
2. Komposit lapis (*laminated composite*).
3. Komposit partikel (*particulate composite*).

2.4.2 Serabut Kelapa.

Serabut kelapa yang mempunyai sifat lembut dan berpori diyakini dapat menyerap energi bunyi yang mengenainya. Dengan mengasumsikan yang demikian maka dilakukanlah penelitian material komposit yang bermaterial dasar serabut kelapa komposit untuk membuktikan penyerapan energi bunyi yang terjadi. (Kriswiyanti 2013).

2.4.3 Getah Pinus.

Getah yang dihasilkan pohon *pinus merkusii* digolongkan sebagai *oleoresin* yang merupakan cairan asam-asam resin dalam terpenin yang menetes keluar apabila saluran resin pada kayu atau kulit pohon jenis jarum tersayat atau pecah.



Gambar 2.2. Penyadapan getah pinus.

Getah yang berasal dari pohon pinus berwarna kuning pekat dan lengket, yang terdiri dari campuran material kimia yang kompleks. Unsur-unsur terpenting yang menyusun getah pinus adalah asam *terpentin* dan *asam abietic*. Campuran material tersebut larut dalam *alcohol*, bensin, *ether*, dan sejumlah pelarut organik lainnya, tetapi tidak larut dalam air. Selain itu dari hasil penyulingan getah pinus *merkusii* rata-rata dihasilkan 64% *gondorukem*, 22,5% *terpentin*, dan 12,5% *kotoran*.

2.5 Densitas

Density / berat jenis adalah perbandingan diantara massa dan volume dari material yang akan digunakan. Dalam menentukan density suatu benda yang bentuknya beraturan dapat dengan mudah dilakukan, sedangkan untuk benda yang tidak beraturan akan kesulitan untuk menentukan volumenya

2.6 Fraksi volume

Jumlah kandungan dalam suatu komposit atau biasa disebut dengan fraksi volume. Fraksi volume serabut sangat menentukan terhadap karakteristik komposit yang dibuat. Ada beberapa cara untuk menghitung dan menganalisa fraksi volume serabut

pada komposit, antara lain: secara langsung, perbandingan massa jenis, pemisahan matrik dan serabut.

2.7 Koefisien Serap Bunyi

Penyerap jenis berserabut adalah penyerap yang paling banyak dijumpai, sebagai contoh jenis selimut mineral *wool (rockwool atau glasswool)*. Penyerap jenis ini mampu menyerap bunyi dalam jangkauan frekuensi yang lebar dan lebih disukai karena tidak mudah terbakar. Namun kelemahannya terletak pada model permukaan yang berserabut sehingga harus digunakan dengan hati-hati agar lapisan serabut tidak rusak/cacat dan kemungkinan terlepasnya serabut-serabut halus ke udara karena usia pemakaian.

3. Metode Penelitian

Penelitian dan pengujian ini mempergunakan peralatan dan bahan sebagai berikut:

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian yaitu:

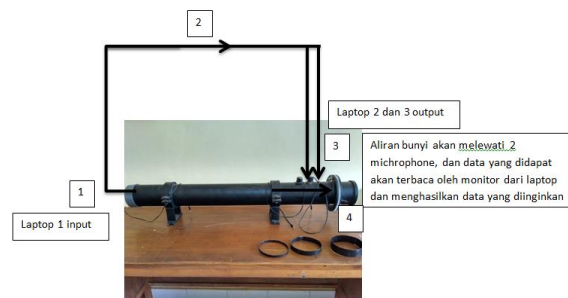
1. Matrik : Getah pinus.
2. Reinforced : Serabut kelapa berukuran 1, 3, 5 cm dan Serbuk dari serabut kelapa ukuran maksimal 180 μ (*microns*) dengan fraksi volume yang sudah ditentukan.
3. Material perlakuan serabut : dijemur dibawah sinar matahari.
4. Material perlakuan getah: dipanaskan pada *mesin magnetic stirrer* sampai berubah warna dari putih pekat sampai ke putih bening
5. Air mineral.

3.2 Alat penelitian

Alat yang digunakan penelitian yaitu:

1. Alat uji: mesin uji tabung impedansi 2 *microphone* ISO 10534-2:1998. ASTM E : 1050 :1998, software akustik (*Audacity and pitcher*)
2. Alat cetak : alat cetak berbentuk silinder dengan diameter 10 cm, dengan ketebalan 1, 3 dan 5 cm, plat plastic berbentuk lingkaran dengan diameter lebih kecil dari cetakan, alas kaca.
3. Alat ukur : timbangan digital, gelas ukur, stopwatch, distance thermometer.
4. Alat K3 : masker, sarung tangan karet.
5. Alat bantu : kayu pengaduk, gunting, sikat baja, kuas, tempat pengaduk, minyak goreng, mesin *magnetic stirrer*, gelas kecil.
6. Alat pembersih : lap, minyak goreng, sabun.
7. Pengayakan ukuran 180 μ (*microns*)
8. Piknometer ukuran 50 ml.

3.3 Skematik Alat Uji Koefisien Serapan Bunyi



Gambar 3.1 Skematik Alat Uji Koefisien Serapan Bunyi

3.3.1 Proses Pembuatan Panel Green Komposit Serabut Kelapa

Adapun langkah langkah teknis yang dilakukan pada proses pemilahan serabut kelapa adalah sebagai berikut:

- Serabut kelapa yang dipakai dalam proses pencetakan *panel green komposit* merupakan bagian didalam sebelum batok kelapa, yang cenderung merupakan serabut dari kulit kelapa.
- Untuk mendapatkan serabut atau serabut kelapa lebih halus dan baik, harus menggunakan alat sikat baja yang memungkinkan untuk menyisir dan memisahkan serabut kelapa dan serbuk kelapa secara cepat.
- Serabut kelapa yang sudah didapatkan sesuai keinginan dapat dipisahkan, lalu dipotong menjadi bagian bagian kecil berukuran 1, 3, 5 cm.
- Selain itu, serbuk kelapa hasil dari penyisiran serabut kelapa diayak dengan ukuran maksimal 180 μ (*microns*).
- Serabut kelapa dan serbuk kelapa yang sudah didapatkan sudah siap untuk dicampur dengan getah pinus dengan *fraksi volume* yang berbeda beda.



Gambar 3.3 Proses Pembuatan Serabut Kelapa

3.3.2 Proses Pembuatan Cetakan Komposit

1. Siapkan plat besi dengan ketebalan 1.2 mm
2. Potong plat besi memanjang sehingga membentuk diameter 10 cm
3. Kemudian las dan sambung untuk menyatukan ke ujung plat lainnya.
4. Lalu bersihkan permukaan cetakan dari segala kotoran sehingga bersih.
5. Cetakan siap dipergunakan.

3.3.3. Massa Jenis Bahan

Massa jenis bahan (serabut kelapa dan getah pinus) di dapatkan dengan menggunakan alat piknometer. Pengujian menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)} \times \rho_{\text{aquades}}$$

Keterangan:

- ρ = Massa jenis (gr/cm^3)
- m_1 = Massa piknometer kosong (gr)
- m_2 = Massa piknometer + serabut kelapa (gr)
- m_3 = Massa piknometer + serabut kelapa + aquades (gr)
- m_4 = massa piknometer + aquades (gr)
- $\rho_{\text{aquades}} = 0,997 gr/cm^3$

Massa jenis getah pinus didapatkan dengan menggunakan metode perbandingan massa. Pengujian menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{w_u}{w_u - w_a} \times \rho_{\text{aquades}}$$

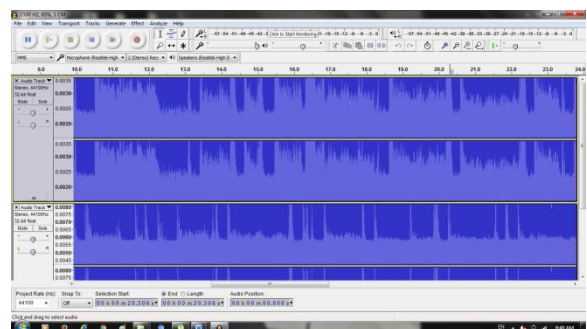
Keterangan:

- ρ = Massa jenis (gr/cm^3)
- w_u = Massa bahan di udara (gr)
- w_a = Massa bahan di air (cm^3)
- $\rho_{\text{aquades}} = 0,997 (gr/cm^3)$

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Data hasil Penelitian

Pada pengujian yang dilakukan *Noise Absorption coefficient* (NAC), Koefisien serapan bunyi pada spesimen panel green komposit, penyerapan bunyi yang di lakukan dengan menggunakan alat tabung impedansi dua mikrofone ISO 10534-2 : 1998. ASTM E : 1050 : 1998. Pada saat pengujian menggunakan frekuensi 400Hz, 800Hz, 1000Hz, 1500Hz, 2000Hz, 3000Hz, dan 4000Hz.



Gambar 4.1 Perekaman menggunakan software Audacity pada frekuensi 1500 Hz

Dari hasil pengujian diperoleh nilai serap bunyi seperti yang ditunjukkan pada gambar, tabel dan grafik dengan perhitungan seperti dibawah ini:

$$\alpha = 1 - \frac{E_1}{E_2}$$

Keterangan:

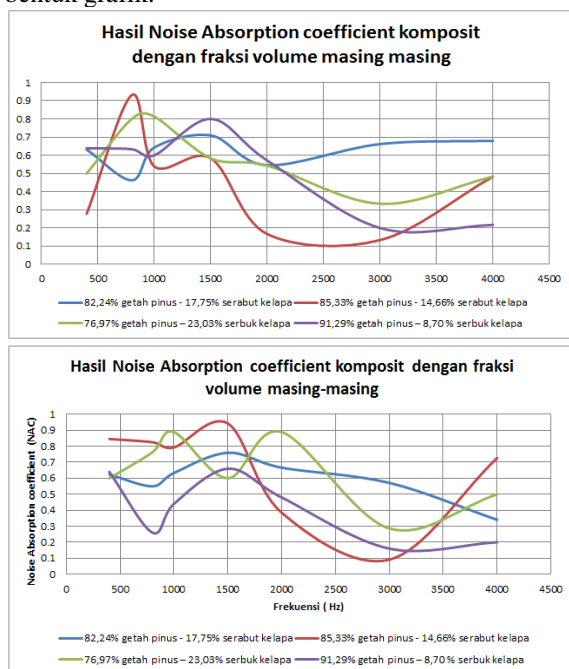
- α = Nilai serap bunyi
- E_1 = Energi suara yang dipantulkan
- E_2 = Energi suara yang datang

setelah mendapatkan hasil dari perhitungan untuk *Noise Absorption coefficient* komposit diatas, dapat dikelompokkan dan dihitung nilainya sebagai contoh:

Tabel 1. Hasil noise absorption komposit.

Frekuensi (Hz)	Noise Absorption coefficient (NAC)			
	Panjang serabut 1 cm	Panjang serabut 3 cm	Panjang serabut 5 cm	Serbuk maksimal 180 μ (microns).
400	0.63	0.27	0.50	0.63
800	0.46	0.93	0.80	0.63
1000	0.64	0.53	0.81	0.60
1500	0.70	0.58	0.58	0.80
2000	0.54	0.16	0.54	0.57
3000	0.66	0.13	0.33	0.20
4000	0.67	0.48	0.48	0.21

Berikut adalah tampilan hasil penyerapan dalam bentuk grafik:



Gambar 4.2 gambar hasil NAC dengan fraksi volume masing masing.

Dilihat dari grafik diatas, dari delapan sampel dengan pembagian fraksi volume nya masing masing sebagai berikut : 76,97% getah pinus – 23,03% serbuk kelapa, 82,24% getah pinus - 17,75% serabut kelapa, 85,33% getah pinus - 14,66% serabut kelapa, 91,29% getah pinus – 8,70 % serbuk kelapa.

Setiap sampel mempunyai keunggulan penyerapan yang berbeda beda dari setiap frekuensi tertentu dan fraksi volumenya, baik itu dari frekuensi 400 Hz sampai 4000 Hz, dari hasil NAC (*Noise Absorption Coefficient*) dengan fraksi volume 85,33% getah pinus - 14,66% menyatakan bahwa, daya serap yang dihasilkan dari panjang serabut dengan ukuran 3 cm memiliki penyerapan yang bagus, yaitu lebih dari 0,9 pada selang frekuensi 800 Hz, sedangkan sampel 4, yaitu serbuk kelapa memiliki penyerapan yang bagus pada frekuensi dibawah 2000 Hz, dikarenakan koefisien serapan bunyi dipengaruhi oleh frekuensi sumber suara yang datang.

Frekuensi ada 3 macam, yaitu frekuensi yang rendah pada nilai 0-1000 Hz, frekuensi sedang pada nilai 1000-4000 Hz, dan frekuensi yang tinggi pada nilai lebih dari pada 4000 Hz.

Dilihat dari grafik dan table yang dicantumkan, menyatakan bahwa fraksi volume mempengaruhi koefisien serap bunyi, itu ditunjukkan pada ukuran panjang serabut 3cm, dengan fraksi volume 85,33% getah pinus - 14,66% pada frekuensi 800 Hz, nilai yang didapatkan melebihi 0,9, sedangkan pada frekuensi 1000 Hz nilainya mulai menurun ataupun fluktuatif, Sedangkan nilai untuk serbuk kelapa dengan fraksi volume 91,29% getah pinus – 8,70 % serbuk kelapa menunjukkan hasil yang stabil sampai pada frekuensi 2000 hz.

Dari data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa nilai impedansi akustik bergantung pada frekuensi dan massa serabut, dimana penambahan komposisi serabut kelapa, maupun serbuk kelapa pada setiap sampel, dapat meningkatkan besarnya koefisien penyerapan maksimum (nilai puncak penyerapan) dari sampel. Berdasarkan ISO 11654:1997 menyatakan bahwa, standar minimal koefisien serap bunyi adalah 0,25, dan ini menunjukkan bahwa komposit serabut kelapa dengan matriks perekat getah pinus, dapat digunakan sebagai salah satu material penyerap bunyi.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pada pengujian dan analisa data sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut : Berdasarkan hasil penelitian yang di peroleh maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa pengaruh fraksi volume mempengaruhi dari penyerapan suara, dilihat dari nilai impedansi akustik yang bergantung pada frekuensi dan massa serabut, dimana penambahan komposisi

serabut kelapa, maupun serbuk kelapa pada setiap sampel, dapat meningkatkan besarnya koefisien penyerapan maksimum (nilai puncak penyerapan) dari sampel.

2. Komposit yang diperkuat dengan serabut kelapa dengan panjang yang divariasikan mempengaruhi peredaman suara, pada nilai panjang serabut 3cm dengan fraksi volume 85,33% getah pinus - 14,66% serabut kelapa, menunjukkan nilai 0,93 pada frekuensi 800 Hz, dan fraksi volume 82,24% getah pinus - 17,75% serabut kelapa menunjukkan nilai 0,94 pada frekuensi 1500 Hz

Yani Puspitarini dan Fandi Mustofa A.J (2014). Koefisien Serap Bunyi Ampas Tebu Sebagai Bahan Peredam Suara. *Jurnal Fisika Vol. 4 No. 2, Nopember 2014.*

Youngeung Lee, C. J. (2003). Sound Absorption Properties Of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers. *AUTEX Research Journal, 3(2), 78-84.*

Daftar Pustaka

Ainie Khuriati, Eko Komaruddin, dan Muhammad Nur. (2006). Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien Penyerapan Bunyinya. ISSN : 1410 – 9662, vol 9, 43-53

Sukadaryati (2014). "Pemanenan Getah Pinus Menggunakan Tiga Cara Penyadapan (*Harvesting of Pine Resin Using Three Tapping Techniques*)."
Penelitian Hasil Hutan **32**: 9.

Kriswiyanti, E. (2013). "Keanekaragaman Karakter Tanaman Kelapa (*Cocos nucifera L.*) Yang Digunakan Sebagai Bahan Upacara Padudusan Agung." Jurnal Biologi **Volume XVI I**: 6.

Bakri, M. I., Mohammad Rifki. (2012). Analisis Variasi Panjang Serabut Terhadap Kuat Tarik Dan Lentur Pada Komposit Yang Diperkuat Serabut Agave Angustifolia Haw. *Jurnal Mekanikal, 3(1), 240-244.*

Doelle, L Leslie. (1972). Akustik Lingkungan. Terjemahan Oleh: Lea Prasetya. Surabaya: Erlangga

Fajri Ridhola, E. (2015). Pengukuran Koefisien Absorpsi Material Akustik Dari Serabut Alam Ampas Tebu Sebagai Pengendali Kebisingan. *Jurnal Ilmu Fisika (JIF), 7(1), 1-6.*

Kasman Nogo, W. B., Yeremias M. Pell. (2015). Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Sifat Bending Komposit Widuri-Polyester. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana, 2(2).*

Merve Kucukali Ozturk, B. U. N., Cevza Candan. (2010). A Study On The Influence Of Fabric Structure On Sound Absorption Behavior Of Spacer Knitted Structures. *7th International Conference - TEXSCI, 6-8.*

Rozli Zulkifli, Z. (2010). Noise Control Using Coconut Coir Fiber Sound Absorber with Porous Layer Backing and Perforated Panel. *American Journal of Applied Sciences, 7(2), 260-264.*