

Pengaruh Fraksi Massa Serat Pada Greencomposite Serat Daun Nanas dan Sari Pati Kentang Terhadap Kemampuan Peredaman Suara dan Porositas

Jagjiwen, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, dan Ketut Astawa
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Penggunaan bahan-bahan seperti plastik berbasis minyak bumi, logam berat, dan beton telah digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi, mulai dari konstruksi hingga manufaktur. Namun, bahan-bahan ini dapat menyebabkan dampak negatif pada lingkungan. Bahan komposit berbasis serat alami, seperti serat daun nanas dan sari pati kentang, menawarkan alternatif yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini menguji penyerapan suara dari greencomposite yang terdiri dari dua komponen yaitu sari pati kentang sebagai matriks dan serat nanas sebagai penguatnya dengan menggunakan metode tabung impedansi. Data hasil pengujian menunjukkan komposit serat daun nanas dengan variasi 5% serat dengan panjang serat 0,5cm, dan 1cm memiliki nilai koefisien penyerapan bunyi tertinggi pada saat diberikan bunyi dengan frekuensi 400 Hz yakni dengan nilai α 0,24. Sementara, komposit 15% serat dengan panjang serat 1cm merupakan komposit yang paling baik dan stabil digunakan sebagai bahan peredam bunyi pada rentang frekuensi bunyi 1200 Hz sampai dengan 4000 Hz. Pengaruh variasi fraksi massa serat nanas terhadap porositas dari spesimen dibuktikan dengan adanya peningkatan secara konsisten terhadap spesimen dengan panjang serat 0,5cm maupun 1cm yaitu 41.3%, 42.7%, 44.4%, dan juga 44.5%, 44.9%, 45.6% secara berurutan sehingga dapat diketahui semakin besar fraksi massa serat pada spesimen semakin besar juga porositas pada spesimen tersebut.

Kata kunci: Greencomposite, Serat Nanas, Sari Pati Kentang, Fraksi Massa Serat, Pengujian Akustik, Porositas, Peredaman Suara

Abstract

The use of materials such as petroleum-based plastics, heavy metals, and concrete has been widespread in various applications, from construction to manufacturing. However, these materials can have negative environmental impacts. Natural fiber-based composites, such as pineapple leaf fiber and potato starch, offer a more environmentally friendly alternative. This study examines the sound absorption properties of a greencomposite made from two components: potato starch as the matrix and pineapple leaf fiber as the reinforcement, using the impedance tube method. The test results show that the pineapple leaf fiber composite with a 5% fiber fraction and fiber lengths of 0.5 cm and 1 cm has the highest sound absorption coefficient (α 0.24) at 400 Hz. Meanwhile, the 15% fiber composite with 1 cm fiber length is the most effective and stable sound-absorbing material in the frequency range of 1200 Hz to 4000 Hz. The effect of varying the pineapple fiber mass fraction on the specimen's porosity was demonstrated by a consistent increase in porosity with fiber lengths of 0.5 cm and 1 cm, showing values of 41.3%, 42.7%, 44.4%, and 44.5%, 44.9%, 45.6%, respectively. This indicates that higher fiber mass fractions lead to greater porosity in the specimens.

Keywords: Greencomposite, Pineapple Fiber, Potato Starch, Fiber Mass Fraction, Acoustic Testing, Porosity, Sound Absorption

1. Pendahuluan

Bahan-bahan konvensional, seperti plastik berbasis minyak bumi, logam berat, dan beton, telah menjadi tulang punggung perkembangan industri modern. Bahan-bahan tersebut telah digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi, mulai dari konstruksi hingga manufaktur, karena sifat-sifatnya yang mudah ditemukan dan kuat. Penggunaan bahan-bahan ini menyebabkan dampak negatif pada lingkungan, oleh karena itu pentingnya kesadaran masyarakat dan industri akan dampak kepada lingkungan dari bahan konvensional, termasuk polimer berbasis minyak bumi.

Membahas tentang kelanjutan dari dampak lingkungan, bahan komposit adalah contoh yang menarik. Bahan komposit tradisional yang menggunakan serat sintetis atau logam mungkin tidak

selalu ramah lingkungan dalam produksi dan pemakaiannya. Salah satu bahan komposit yang penggunaannya cukup bagus jika makin dikembangkan adalah serat alam, serat alam yaitu serat yang langsung diperoleh dari alam. Serat alam umumnya terbuat dari bermacam-macam tumbuhan dan daun-daunan.

Pada saat ini, penggunaan material berpenguat serat alam terus berkembang dan semakin diminati oleh dunia industri. Hal ini disebabkan serat alam memiliki massa jenis yang rendah, mampu terbiodegradasi, mudah didaur ulang, memiliki sifat mekanis yang baik dan mudah didapatkan karena berasal dari alam [9]. Oleh karena itu, *greencomposite* yang menggunakan serat alami menjadi alternatif menarik karena memiliki potensi untuk mengurangi dampak lingkungan. *Greencomposite* menawarkan

alternatif yang lebih ramah lingkungan. *Greencomposite* menjadi solusi yang menarik untuk mengurangi jejak lingkungan dalam berbagai aplikasi, termasuk konstruksi, otomotif, dan manufaktur produk berkelanjutan lainnya.

Greencomposite adalah bahan komposit yang terbuat dari serat alami, seperti serat nenas atau serat saripati kentang, yang dicampur dengan matriks polimer ramah lingkungan. Keunggulan serat nenas yang digunakan sebagai penguat adalah serat nenas memiliki kekuatan yang cukup baik, sehingga dapat memberikan kekuatan tambahan pada material komposit, dan juga cenderung ringan, sehingga dapat menambah kekuatan tanpa menambah berat secara signifikan. Terdapat juga keunggulan yang dimiliki dari sari pati kentang sebagai matriks, sari pati kentang memiliki sifat perekat yang baik, sehingga dapat menyatukan serat nenas dengan baik dan membentuk material yang kokoh dan kentang adalah sumber daya yang dapat diperbarui dan mudah didaur ulang. Dengan menggabungkan serat nenas yang kuat dan ringan dengan sari pati kentang sebagai matriks kita dapat menciptakan material komposit yang memiliki keunggulan. Bahan ini digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk konstruksi, otomotif, dan produk-produk ramah lingkungan lainnya karena sifatnya yang ringan, kuat, dan mudah di daur ulang. *Greencomposite* adalah material inovatif yang semakin mendapatkan perhatian dalam berbagai aplikasi, terutama dalam konteks lingkungan yang berkelanjutan. Terdapat juga karakteristik dari *greencomposite* itu sendiri yaitu, kemampuan *greencomposite* untuk memiliki tingkat porositas yang terkendali dapat mempengaruhi berbagai sifat, seperti kemampuan peredaman suara atau isolasi termal.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis pengaruh fraksi massa serat nenas dan saripati kentang terhadap sifat peredaman suara *greencomposite* dan menganalisis pengaruh tingkat porositas dalam *greencomposite* terhadap peredaman suara. Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh fraksi massa serat daun nenas dengan panjang serat 0,5 cm, 1 cm, dan sari pati kentang terhadap tingkat porositas dan sifat peredaman suara *greencomposite*.
2. Bagaimana tingkat porositas dan sifat peredaman suara *greencomposite*.

Batasan-batasan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini antara lain:

1. Bahan *greencomposite* yang digunakan adalah sari pati kentang sebagai matriks dengan bahan penguat serat nenas.
2. Temperatur ruangan dan tekanan dianggap konstan pada teknik pembuatan *greencomposite*.

2. Dasar Teori

2.1. Komposit

Komposit adalah material yang terdiri dari dua atau lebih material yang berbeda yang digabungkan dalam skala makroskopis [3]. Tujuan utama dari komposit adalah untuk memanfaatkan kekuatan, ketahanan, atau karakteristik khusus dari masing-masing komponen material untuk menghasilkan performa yang lebih baik dalam berbagai aplikasi, seperti dalam industri manufaktur, otomotif, penerbangan, dan banyak bidang lainnya. Komposit umumnya terdiri dari dua komponen utama, yang pertama matriks, dan yang kedua penguat. Matriks biasanya adalah material yang lebih lemah, yang mengelilingi dan mengikat serat atau penguat untuk membentuk struktur keseluruhan. Penguat, di sisi lain, adalah material yang memiliki kekuatan atau karakteristik khusus, seperti kekuatan tarik atau tahan panas yang tinggi.

Keuntungan utama dari komposit meliputi peningkatan kekuatan, kekakuan, dan keuletan. Hal ini membuat komposit sangat berguna dalam situasi di mana performa material yang tinggi dibutuhkan, seperti dalam pembuatan pesawat, kendaraan berat, dan konstruksi peralatan olahraga. Selain itu, komposit juga dapat didesain untuk memenuhi persyaratan khusus dalam hal konduktivitas listrik, tahan korosi, dan sifat lainnya sesuai dengan kebutuhan aplikasi tertentu. Tergantung pada jenis komponen dan metode produksi yang digunakan, komposit dapat memiliki berbagai macam aplikasi.

2.2. *Greencomposite*

Greencomposite adalah istilah yang digunakan untuk merujuk kepada komposit yang dibuat dengan menggunakan material alami, organik, atau bahan daur ulang yang memiliki sifat-sifat yang ramah lingkungan. *Greencomposite* dikembangkan dengan memanfaatkan bahan-bahan yang ramah lingkungan, seperti serat nenas, serat bambu, serat sabut kelapa, serat ampas tebu, serat rami, dan beberapa serat alam lainnya. *Greencomposite* dapat membantu mengurangi jejak karbon karena menggunakan sumber daya yang dapat diperbarui dan memiliki proses produksi yang lebih ramah lingkungan, hal ini sejalan dengan upaya global untuk mengatasi perubahan iklim dan meminimalkan dampak negatif industri terhadap lingkungan. Dapat diketahui bahwa *greencomposite* membawa inovasi dalam pengembangan material, menggabungkan kekuatan mekanik serat alam dengan sifat-sifat unik matriks yang berasal dari sumber daya terbarukan. Ini memberikan alternatif yang menarik dan baik dalam berbagai aplikasi. Keberhasilan *greencomposite* dapat memicu perubahan dalam industri, dapat membuat perusahaan-perusahaan untuk mengembangkan praktik lebih berkelanjutan dan bertanggung jawab terhadap lingkungan. Ini dapat menjadi inovasi baru untuk perubahan positif di dunia industri.

2.3. Serat Nenas

Serat nenas adalah serat alami yang diperoleh dari daun nenas atau nanas (*Ananas comosus*). Serat ini merupakan bagian dari tanaman nanas yang umumnya tidak dimakan dan sering dianggap sebagai limbah dalam industri pertanian. Akan tetapi, serat nenas memiliki berbagai sifat dan potensi aplikasi yang bermanfaat. Serat nenas telah digunakan secara tradisional oleh beberapa komunitas untuk membuat tali, kertas, kain, atau anyaman. Serat ini memiliki sifat mekanis yang cukup baik dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan kekuatan dan ketahanan terhadap kerusakan. Selain penggunaan tradisional, salah satu keuntungan utama serat nenas adalah sifatnya ramah lingkungan yang berarti dapat diurai secara alami tanpa meninggalkan limbah berbahaya.



Gambar 1. Serat Nenas

Serat nenas memiliki sifat-sifat seperti kekuatan tarik yang baik, kekakuan, dan ketahanan terhadap serangan hama dan rayap. Kelebihan ini membuat jenis serat nenas menonjol dalam aplikasi yang memerlukan bahan yang tahan lama. Selain digunakan dalam pembuatan komposit, serat ini juga digunakan dalam produk-produk seperti tas anyaman, tikar, hiasan dinding, dan banyak barang kerajinan lainnya.

Sifat karakteristik mekanik serat nenas meliputi kekuatan tarik adalah kemampuan serat untuk menahan beban tarik. Nilai kekuatan tarik serat nenas berkisar antara 100-150 MPa. Nilai ini setara dengan kekuatan serat kapas dan lebih tinggi dari kekuatan serat poliester. Sedangkan nilai kekuatan lentur serat nenas berkisar antara 30-40 MPa. Kekuatan lentur adalah kemampuan serat untuk menahan beban lentur. Nilai ini lebih rendah dari kekuatan tarik, tetapi masih cukup tinggi untuk digunakan sebagai bahan baku berbagai produk.

2.4. Sari Pati Kentang

Sari pati kentang, atau yang juga dikenal dengan sebutan pati kentang, adalah bahan yang diekstrak dari kentang (*Solanum Tuberosum*). Ini adalah salah satu komponen utama dalam kentang yang kaya akan pati. Sari pati kentang diperoleh melalui ekstraksi dari umbi kentang. Proses ekstraksi ini melibatkan menghancurkan kentang, mencuci, menyaring, dan mengendapkan suspensi untuk

memisahkan pati dari komponen lainnya. Bahan ini ramah lingkungan karena bahan baku utamanya mudah ditanam dan dapat diperbaharui dengan cepat.

2.5. Uji Peredaman Suara

Sound Absorption Test, atau uji absorpsi suara, adalah uji yang dilakukan untuk mengukur kemampuan suatu bahan, objek, atau permukaan dalam menyerap gelombang suara daripada memantulkannya atau meneruskannya. Ini adalah aspek penting dalam bidang rekayasa akustik dan desain. Tujuan utama dari uji absorpsi suara adalah untuk menentukan sejauh mana energi suara yang dapat di redam oleh suatu material atau permukaan tertentu, yang membantu dalam merancang ruang dengan karakteristik akustik yang sesuai. Penelitian ini menguji penyerapan suara dari *greencomposite* yang terdiri dari dua komponen yaitu saripati kentang sebagai matriks dan serat nenas sebagai penguatnya dengan menggunakan metode tabung impedansi.



Gambar 2. Tabung Impedansi ASTM E : 1050 : 1998

2.6. Uji Porositas

Uji porositas adalah metode yang digunakan untuk mengukur jumlah rongga dalam suatu bahan atau material. Porositas itu sendiri bertuju pada sejauh mana suatu bahan memiliki rongga di dalamnya. Penelitian ini menguji porositas material *greencomposite* yang akan diuji menurut ASTM D 792-08. Penyerapan suara komposit sangat berhubungan dengan porositas yang terdapat pada matriks sari pati kentang, semakin tinggi porositas atau semakin banyak rongga pada suatu bahan maka semakin baik kemampuannya dalam menyerap suara.

3. Metode-penelitian

3.1. Alat Penelitian

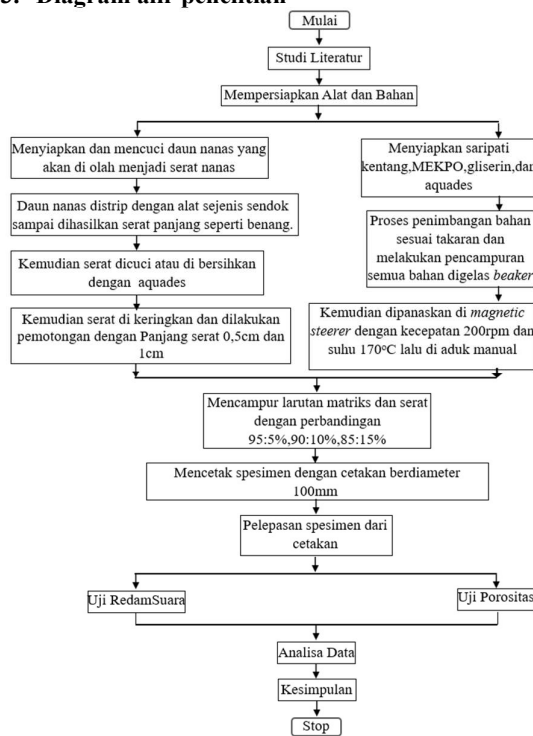
1. Alat uji dengan jenis tabung impedansi yang sesuai dengan ASTM E 1050-1998 untuk menguji penyerapan suara.
2. Gelas Beaker digunakan untuk mengukur volume bahan-bahan yang nantinya akan dipanaskan dan diaduk pada alat magnetic steerer.
3. Cetakan dengan diameter 100mm yang berbahan dasar kaca untuk mencetak matriks yang akan dicampur dengan serat nenas.
4. Timbangan digital untuk menimbang Massa matriks dan penguatnya.
5. Magnetic Steerer adalah alat yang digunakan untuk mengaduk larutan atau campuran bahan kimia.

6. Saringan untuk menyaring air kentang menjadi filtrat yang mengandung pati.
7. Blender untuk menghaluskan kentang agar mendapatkan cairan dari kentang.
8. Gunting untuk memotong serat sesuai ukuran yang di inginkan.

3.2. Bahan Penelitian

1. Kentang/sari pati kentang
2. Serat nanas
3. Aquades
4. Hardener
5. Gliserin

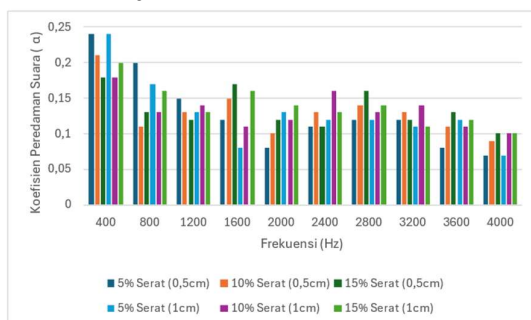
3.3. Diagram alir penelitian



Gambar 3. Diagram alir penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Uji Peredaman Suara



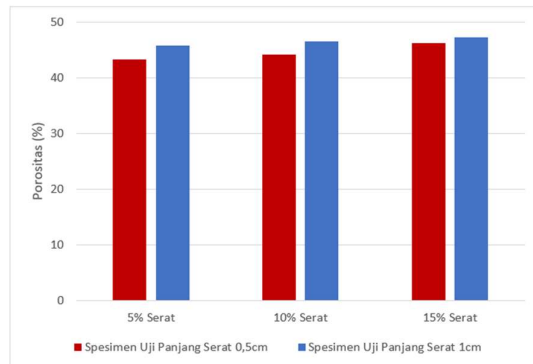
Gambar 4. Grafik Hubungan Frekuensi dan α

Pada grafik batang, gabungan tiap fraksi dengan panjang serat 0,5cm dan 1cm diatas, data yang ditampilkan merupakan frekuensi dan koefisien redam suara (α). Pada frekuensi 400Hz nilai tertinggi terdapat pada fraksi 5% dengan panjang serat 0,5cm dan 1cm yaitu α 0.24, pada frekuensi 800Hz nilai tertinggi terdapat pada fraksi 5% dengan panjang serat 0,5cm yaitu α 0.20, pada frekuensi 1200Hz nilai tertinggi terdapat pada fraksi 5% dengan panjang serat 0,5cm yaitu α 0.15, dilanjut pada frekuensi 1600Hz nilai tertinggi terdapat pada fraksi 15% dengan panjang serat 0.5cm yaitu α 0.17, kemudian pada frekuensi 2000Hz nilai tertinggi terdapat pada fraksi 15% dengan panjang serat 1cm yaitu α 0.14, pada frekuensi berikutnya yaitu 2400Hz nilai tertinggi terdapat pada fraksi 10% dengan panjang serat 1cm yaitu α 0.16, selanjutnya pada frekuensi 2800Hz nilai tertinggi terdapat pada fraksi 15% dengan panjang serat 0,5cm yaitu α 0.16, berikutnya pada frekuensi 3600Hz nilai tertinggi terdapat pada fraksi 15% dengan panjang serat 0,5cm yaitu α 0.13, yang terakhir pada frekuensi 4000Hz yang memiliki nilai tertinggi terdapat pada fraksi 15% dengan panjang serat 0,5cm dan 1cm dan juga fraksi 10% dengan panjang serat 1cm memiliki nilai yang sama yaitu α 0.10. Dilihat pada grafik batang diatas nilai terkecil pada keseluruhan terdapat pada frekuensi 4000Hz pada fraksi 5% dengan panjang serat 0,5cm dan 1cm memiliki nilai yang sama yaitu α 0.07, sedangkan nilai tertinggi pada keseluruhan terdapat pada frekuensi 400Hz pada fraksi 5% dengan panjang serat 0,5cm dan 1cm yaitu α 0.24. Fraksi 5% dengan panjang serat 0,5cm dan 1cm memiliki nilai α yang cukup tinggi hanya pada rentang frekuensi 400Hz-1200Hz saja, sedangkan pada rentang 1600Hz-4000Hz cenderung memiliki nilai α yang rendah.

Spesimen yang dapat dikatakan sebagai spesimen yang dapat meredam suara yang baik terdapat pada fraksi 5% dengan panjang serat 0,5cm dan 1cm pada frekuensi 400Hz dengan nilai α 0.24, spesimen pada fraksi 15% dengan panjang serat 0,5cm dan 1cm pada frekuensi 1600Hz dengan nilai α 0.17 dan 0.16, spesimen pada fraksi 10% dengan panjang serat 1cm pada frekuensi 2400Hz dengan nilai α 0.16, dan yang terakhir spesimen dengan fraksi 15% dan panjang serat 0,5cm pada frekuensi 2800Hz dengan nilai α 0.16. Spesimen dikategorikan sebagai peredam suara yang baik ketika nilai $\alpha > 0,15$ (ISO, 1997). Rendah dan tingginya nilai koefisien redam suara yang menjadi tidak stabil, karena terjadi pembuangan energi oleh spesimen yang mengakibatkan terjadinya penurunan koefisien redaman suara setelahnya [7]. Hayat (2013) dalam penelitiannya mengenai pengaruh kerapatan terhadap koefisien absorpsi bunyi papan partikel serat daun nenas menyimpulkan bahwa papan serat daun nenas hampir menyerap semua bunyi yang datang padanya. Namun, serat daun nenas hanya

menunjukkan kemampuan menyerap bunyi pada rentang frekuensi tertentu saja.

4.2. Hasil Uji Porositas



Gambar 5. Grafik Hubungan Porositas dengan Panjang Serat 0,5cm & 1cm

Dari hasil penggabungan 2 grafik, terlihat untuk spesimen yang memiliki rata-rata tertinggi terdapat pada spesimen dengan fraksi 15% dan panjang serat 1cm. Akan tetapi, spesimen dengan fraksi 15% dan panjang 0,5cm juga memiliki nilai rata-rata yang tinggi, sedangkan spesimen yang memiliki nilai rata-rata terendah terdapat pada spesimen dengan fraksi 5% dan panjang serat 0,5cm. Secara keseluruhan terlihat bahwa variasi panjang serat 1cm memiliki nilai porositas lebih tinggi setiap fraksi dibandingkan variasi panjang serat 0,5cm

Nilai rata-rata porositas semakin meningkat tiap fraksi, oleh karena itu penambahan serat pada spesimen memiliki dampak positif bagi penyerapan suara. Hal ini disebabkan semakin besarnya fraksi massa serat pada spesimen yang membuat porositas menjadi lebih besar. Penambahan serat dalam komposit meningkatkan nilai porositas dari komposit, karena daya rekat antara serat dan matriks semakin kurang rapat [8]. Dari hasil pengujian peredaman suara dan porositas terlihat bahwa hubungan antara porositas dengan redaman suara sangat erat, semakin tinggi porositas suatu bahan maka semakin baik kemampuannya dalam menyerap suara [6].

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah penulis lakukan mengenai *greencomposite* serat daun nanas dan sari pati kentang, penambahan fraksi pada spesimen uji berpengaruh terhadap nilai porositas, karena nilai tertinggi porositas terdapat pada fraksi 15% dengan panjang serat 0,5cm dan 1cm. Hal tersebut membuat spesimen pada fraksi 5% dengan panjang serat 0,5cm dan 1cm dapat melakukan peredaman suara yang baik hanya pada frekuensi rendah. Pada penelitian ini yang menjadi spesimen yang baik dalam melakukan peredaman suara terdapat pada Spesimen fraksi 5% dengan panjang serat 0,5cm dan 1cm pada frekuensi 400Hz, spesimen pada fraksi 15% dengan panjang serat 0,5cm dan 1cm pada

frekuensi 1600Hz, spesimen pada fraksi 10% dengan panjang serat 1cm pada frekuensi 2400Hz, dan yang terakhir spesimen dengan fraksi 15% dan panjang serat 0,5cm pada frekuensi 2800Hz.

Pada penelitian ini porositas menunjukkan pengaruh pada peredaman suara, dibuktikan dengan nilai porositas tertinggi terdapat pada spesimen fraksi massa 15% dengan panjang serat 1cm. Maka dari itu, semakin besar juga nilai rata-rata peredaman suara dengan fraksi 15% dan panjang serat yang sama yaitu 1cm.

Daftar Pustaka

- [1] Andari, R., 2017, *Pengujian Karakteristik Absorpsi dan Impedansi Material Akustik Serat Alam Menggunakan Metode Tabung*. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 6(2), 154–162.
- [2] Bahri, S. & Manik, T. N., 2016, *Pengukuran Sifat Akustik Material Dengan Metode Tabung Impedansi Berbasis Platform Arduino*. In *Jurnal Fisika FLUX (Vol. 13, Issue 2)*.
- [3] Gibson, R.F., 1994, *Principles of Composite Material Mechanics*. Michigan: McGrawHill, Inc.
- [4] Hayat, W., Syakbaniah, Darvina, Y., 2013, *Pengaruh Kerapatan Terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi Papan Partikel Serat Daun Nenas (Ananas comosus L Merr)*. *J. Pillar Physycs* 1, 44–51.
- [5] Hidayat, P., 2008, *Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil*. 13(2), 31–35.
- [6] Pratiwi, P., Fahmi, H., & Saputra, F., 2017, *Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Redaman Suara Komposit Berpenguat Serat Pinang*. *Jurnal Simetris*, 8.
- [7] Ridhola, F., 2015, *Pengukuran Koefisien Absorpsi Material Akustik Dari Serat Alam Ampas Tebu Sebagai Pengendali Kebisingan*. In *MARET (Vol. 7, Issue 1)*.
- [8] Sari, N. H., Fajrin, J., & Yudhyadi, I. G. N. K., 2018, *Studi Eksperimental Terhadap Porositas dan Hambat Alir Udara pada Komposit Penyerap Suara*. *Dinamika Teknik Mesin*, 8(1), 35.
- [9] Wardhana, H. & Haryanti, N. H., 2016, *Serat Alam: Potensi dan Pemanfaatannya*. *Lambung Mangkurat University Press*.

 A portrait of a man with dark hair and a mustache, wearing a dark blue jacket over a white collared shirt. He is positioned against a solid red background.	<p>Jagjiwen menyelesaikan studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan Rekayasa Manufaktur.</p>	