

Produksi dan Karakterisasi Material Komposit Peredam Suara Berbahan Serat Alam dengan Metode Sintetik *Hand Lay-Up*

Rifnaldi Sadik*, Rizka Amalia

Departemen Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro,
Jl. Gubernur Mochtar, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Polusi suara merupakan suara yang dikeluarkan oleh alat dengan sangat keras sehingga dapat mengganggu lingkungan dan makhluk hidup. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan dalam pembuatan peredam suara yang tidak hanya memiliki nilai estetika dan kenyamanan, tetapi juga mempertahankan kemampuan dalam menyerap suara yang baik, dengan menggunakan bahan komposit serat alam. Komposit merupakan material yang dapat dikembangkan secara universal. Komposit terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material baru yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material penyusunnya. Penelitian ini bertujuan untuk membuat komposit peredam suara dari berbagai serat alam (serat daun nanas madu, serat daun pandan berduri dan serat limbah goni) dan variasi matriks (epoksi dan polyester) dengan rasio serat = resin 40% : 60% dan 60% : 40%. Perlakuan pertama dilakukan alkalisasi dengan NaOH 5% untuk pengambilan serat, kemudian pencampuran serat alam dan variasi matriks dengan metode *Hand Lay-Up*. Uji redam suara dilakukan dengan metode *Transmission Loss* (kehilangan transmisi), uji densitas dan SEM. Hasil penelitian menunjukkan komposit peredam suara terbaik yaitu pada serat daun pandan berduri dengan resin polyester rasio serat = resin 60% : 40% dimana hasil *transmission loss* mencapai 28 dB. Hal ini dikarenakan serat yang mendominasi resin sehingga membentuk rongga atau porositas, meningkatnya porositas mempengaruhi kemampuan penyerapan suara pada suatu material.

Kata kunci: *hand lay-up*; komposit; matriks; serat alam; *transmission loss*

Abstract

[Title: Production and Characterization of Silencer Composite Materials From Natural Fiber Using Hand Lay-Up Methods] Noise pollution is a loud sound emitted by a device that can disturb the environment and living things. Therefore, development is needed to manufacture sound absorbers with aesthetic value and comfort and still have good sound absorption from natural fiber composite materials. Composites are materials that can be developed universally. Composites are formed from the combination of two or more materials, producing a new material with different mechanical properties and characteristics from its constituent materials. This research aims to make sound absorption composites from various natural fibers (honey pineapple leaf fiber, spiked pandanus leaf fiber, and jute waste fiber) and matrix variations (epoxy and polyester) with a fiber = resin ratio of 40%: 60% and 60%: 40%. The first treatment was alkalization with 5% NaOH for fiber retrieval, then mixing natural fibers and matrix variations with the *Hand Lay-Up* method. The *transmission loss* method, density test, and SEM carried out the sound absorption test. The results showed that the best sound-absorbing composite was the spiked pandanus leaf fiber with polyester resin with a ratio of 60% fiber = resin: 40%, where the *transmission loss* results reached 28 dB. This is because the fiber dominates the resin to form a hole or porosity; increasing porosity affects the sound absorption ability of a material.

Keywords: *hand lay-up*; composite; matrix; natural fibers; *transmission loss*

*) Penulis Korespondensi.
E-mail: aldisadik21@gmail.com

1. Pendahuluan

Polusi suara merupakan suara yang dikeluarkan oleh alat dengan sangat keras sehingga dapat mengganggu

lingkungan dan makhluk hidup. Polusi suara dapat ditimbulkan oleh kendaraan bermotor, aktivitas industri dan aktivitas pekerjaan lainnya. Nilai ambang batas (NAB) kebisingan untuk pekerjaan sehari-hari tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam seminggu. Menurut Kepmenaker No. 48 Tahun 1996, NAB kebisingan yang diperbolehkan di lingkungan kerja adalah sebesar 85 dB, dengan batasan waktu pemaparan selama 8 jam berturut-turut.

Komposit merupakan material yang dapat dikembangkan secara universal. Komposit terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material yang tidak homogen sehingga dihasilkan material baru yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material penyusunnya (Mawardi *dkk*, 2017). Material komposit merupakan subjek penelitian yang menarik dan menjadi solusi dari banyak permasalahan. Pada perkembangannya orang-orang berlomba membuat inovasi, diantaranya menciptakan teknologi yang lebih efisien, murah dan tidak menimbulkan banyak polusi. Salah satu polusi yang belum banyak diperhatikan yaitu polusi suara.

Material peredam suara harganya cukup mahal sehingga berbagai bahan pengganti material tersebut mulai dibuat. Maka dari itu diperlukan pengembangan dalam pembuatan peredam suara yang mempunyai nilai estetika dan kenyamanan, serta tetap memiliki daya serap suara yang baik dari bahan komposit.

Material komposit terdiri dari dua bagian utama yaitu, *reinforcement* (penguat) dan matriks (pengikat). Inti pokok dalam pembuatan komposit adalah jenis dan bahan dasar bagian *reinforcement* (penguat). Salah satu *reinforcement* yang biasa digunakan pada komposit adalah serat gelas dan kaca (*fibreglass*). *Fibreglass* sebagai *reinforcement* banyak digunakan sebagai penguat karena memiliki kriteria sifat mekanis dasar yang baik sebagai penguat pada komposit. Namun, serat gelas mempunyai beberapa kekurangan seperti harga yang mahal dan limbah yang tidak ramah lingkungan karena serat gelas dan kaca merupakan bahan sintetik yang sulit terurai (Suryawan *dkk*. 2020).

Selain itu serat gelas dan kaca juga menghasilkan gas CO₂ dan debu yang berbahaya bagi kesehatan jika didaur ulang, sehingga perlu adanya pengganti serat gelas dan kaca sebagai *reinforcement* komposit. Salah satu alternatif lain *reinforcement* yaitu menggunakan serat alam. Serat alam mengandung selulosa yang dapat menghasilkan *tensile* maksimum dan kekuatan yang optimal. Serat alam sebagai serat pengganti serat sintesis memiliki keunggulan yang sangat ringan dibanding serat sintesis, kekuatan modulus tinggi, ketersediaan bahan yang melimpah, biaya rendah, tidak adanya bahaya pada kesehatan dan non-abrasif (Habibie *dkk*. 2021).

Metode sintetik pada komposit dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu, *hand lay-up*, *compression molding*, *press molding*, *pultrusion* dan *vaccum assisted resin infusion*. Pemilihan metode sintetik komposit

tergantung pada sifat bahan dan komposisi penyusun yang akan dibentuk. Penelitian terdahulu pembuatan komposit menggunakan bahan serat pinang dimana serat diambil melalui proses alkalisasi yaitu dengan perendaman dengan NaOH 30% selama 30 menit lalu dicuci dengan air dan pengeringan Pratiwi *dkk*, 2017). Proses pencetakan menggunakan metode *press molding* dengan cara memberikan beban tekan dan pemberat. Hasil daya absorpsi suara pada komposit terbaik diperoleh rasio serat pinang dan resin epoksi sebesar 60%:40% yaitu 1500 Hz dengan nilai koefisien serap bunyi sebesar 0.98. Penambahan resin (matriks) menyebabkan nilai koefisien absorpsi berkurang karena kerapatannya menjadi lebih besar (Setia Putra, 2020).

Metode sintetik komposit *hand lay-up* adalah proses laminasi pada fiber/serat dan resin yang belum menyatu menggunakan kuas atau *roller*. Penelitian yang dilakukan oleh Perdana (2020) menerapkan metode *hand lay-up* menggunakan bahan serat bambu apus sebagai *reinforced* dan variasi matriks, antara lain *Polyester SHCP Merah 2668 WNC*, *UPCAST SHCP Bening 3126 CMX* dan *Epoxy Lunak Adhesive*. Komposit dibuat dengan orientasi susunan serat acak dan fraksi volume serat 25%. Hasil penyerapan suara terbaik diperoleh untuk komposit yang menggunakan matriks Epoksi Lunak Adhesive dengan nilai koefisien serap bunyi = 0.48 pada frekuensi 2500 Hz.

Keuntungan metode *hand lay-up* antara lain biaya produksi murah, sederhana, kemudahan dalam pencetakan dan desain produk serta variasi ketebalan komposisi serat (Ahaddin *dkk*, 2016). Penelitian ini bertujuan untuk membuat material komposit peredam suara dengan kebaruan berbahan baku serat alam (serat daun nanas madu, serat daun pandan berduri dan serat limbah goni) dan matriks (epoksi dan polyester) menggunakan metode *hand lay-up* dengan orientasi serat acak. Produk komposit yang dihasilkan akan dianalisis kemampuan penyerap suara, densitas dan struktur morfologi.

2. Bahan dan Metode

Lokasi untuk pembuatan komposit peredam suara berada di Laboratorium Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Universitas Diponegoro di Jl. Gubernur Mochtar, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275.

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cetakan kaca, roller, gunting, gelas ukur plastik, pipet tetes, stik pengaduk dan timbangan digital. Bahan penelitian ini meliputi nanas madu yang diambil dari perkebunan nanas pulosari, daun pandan berduri dari tepi pantai selatan pulau Jawa, limbah goni, resin epoksi bening, resin *polyester* yucalac 157, katalis resin bening, katalis MEKPO dan NaOH

2.2 Prosedur Pembuatan Komposit

Metode yang digunakan untuk pembuatan komposit peredam suara adalah metode *hand lay-up*. Serat alam yang

telah diambil dari daun dialkalisasi dengan NaOH 5% selama 2 jam lalu dikeringkan guna untuk menghilangkan kandungan lignin dan minyak pada permukaan serat. Serat alam daun nanas madu, serat daun pandan berduri dan serat goni dipotong kecil-kecil. Siapkan resin *polyester* dan epoksi dengan masing-masing katalis lalu campurkan. Alasan penggunaan perbandingan serat:matriks pada *range* 40:60 dan 60:40 adalah apabila perbandingan serat dan resin terlalu jauh maka akan merusak sifat material pada komposit dimana kekuatan komposit akan berkurang jika jumlah matriks terlalu banyak dan sebaliknya jika jumlah serat lebih banyak, maka ruang bagi matriks untuk mengelilingi dan mengikat sepenuhnya serat menjadi berkurang (Gibson, 2007). Resin dan serat dituangkan ke cetakan kaca sesuai komposisi rasio serat:resin 40:60 dan 60:40. Keringkan komposit hingga benar-benar kering.

2.3 Analisa *Transmission Loss*

Analisa *transmission loss* digunakan untuk mengetahui besarnya redaman suara yang dihasilkan oleh material komposit. Standar yang digunakan adalah ASTM E2611-17. Alat yang digunakan untuk menganalisa *transmission loss* adalah tabung impedansi, material komposit diletakkan di tengah tabung impedansi dan sumber suara dipasang disalah satu ujung tabung. Sumber suara menghasilkan gelombang suara acak yang merambat sebagai gelombang bidang. Gelombang bidang mengenai sampel di dudukan dengan sebagian gelombang bagian dipantulkan kembali ke tabung sumber, sebagian melewati material dan sebagian melewati material ke tabung penerima. Bagian dari gelombang bidang yang melewati material kemudian menemui ujungnya tabung penerima dimana sebagian gelombang gelomabgn dipantulkan dan sebagian keluar dari tabung. Dengan menggunakan suara tekanan pada empat lokasi tetap (dua ditabung sumber dan dua di tabung penerima) dan menghitungnya menggunakan penganalisa frekuensi digital empat saluran yang dimana digunakan untuk menghitung *transmission loss* pada material.

2.4 Analisa Densitas

Uji densitas digunakan untuk menentukan perbandingan antara berat dan volume dari material tersebut. Spesimen komposit yang telah diukur massanya, dimasukkan ke dalam gelas ukur yang telah diberi air dan dicatat volume awal sebelum dimasuki komposit. Setelah komposit masuk ke dalam gelas ukur akan terjadi perubahan volume air dari V_1 menjadi V_2 . Selisih volume ini adalah volume dari komposit itu sendiri. Untuk menghitung densitas digunakan Persamaan 1.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

dimana ρ merupakan densitas (g/cm^3); m adalah massa sampel (gram); dan V merupakan volume Sampel (cm^3).

2.5 Analisa *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Metode SEM digunakan untuk mengetahui morfologi material komposit peredam suara. Standar yang

digunakan adalah ASTM E986. Caranya pastikan sampel yang akan diuji kering dan sesuai dengan ukuran holder sampel pada alat uji SEM. Sampel diletakkan pada holder dan pastikan sampel terpasang dengan aman supaya tidak bergeser saat pengujian. SEM dinyalakan dan dipilih parameter sesuai analisa yang diinginkan lalu tunggu hingga mencapai hasil operasional yang stabil. Mode pengambilan gambar kemudian diaktifkan dalam posisi yang diinginkan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa *Transmission Loss*

Analisa *Transmission Loss* Pada Campuran Serat Goni dengan Resin Epoksi dan *Polyester*

Pada penelitian ini dihasilkan material komposit peredam suara yang terbuat dari serat goni (SG):resin epoksi (RE) dan SG:resin *polyester* (RP) dengan perbandingan komposisi masing-masing 40:60 dan 60:40. Hasil uji hilang transmisi atau *transmission loss* dengan standar ASTM E2611-17 pada setiap sampel dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa, material komposit dengan komposisi SG:RP = 40:60 didapatkan nilai (i) SG *transmission loss* tertinggi pada frekuensi 430 Hz dan 1400 Hz yaitu sebesar 15 dB dan 20 dB dengan rata-rata *transmission loss* keseluruhan pada frekuensi 200 Hz – 1600 Hz adalah 9.4 dB. Nilai tersebut tidak sesuai dengan standar STC (ASTM E413) kecuali pada frekuensi 1400 Hz (20 dB) sudah memenuhi untuk STC 20-25 (golongan 20-25). Gambar 1b pada material SG:RP = 60:40 didapatkan nilai *transmission loss* tertinggi pada frekuensi 430 Hz dan 1400 Hz yaitu sebesar 19 dB dan 23 dB dengan rata-rata *transmission loss* keseluruhan pada frekuensi 200 Hz – 1600 Hz adalah 13.46 dB. Nilai tersebut tidak sesuai dengan standar STC (ASTM E 413) kecuali pada frekuensi 1400 Hz (23 dB) sudah memenuhi STC 20-25. Gambar 1c pada material SG:RE = 40:60 didapatkan nilai *transmission loss* tertinggi pada frekuensi 430 Hz dan 1400 Hz yaitu sebesar 16 dB dan 22 dB dengan rata-rata *transmission loss* keseluruhan pada frekuensi 200 Hz – 1400 Hz adalah 12.5 dB. Nilai tersebut tidak sesuai dengan standar STC (ASTM E 413) kecuali pada frekuensi 1400 Hz (22 dB) sudah memenuhi STC 20-25. Gambar 1d pada material SG:RE = 60:40 didapatkan nilai *transmission loss* tertinggi pada frekuensi 430 Hz dan 1400 Hz yaitu sebesar 18 dB dan 23 dB dengan rata-rata *transmission loss* keseluruhan pada frekuensi 200 Hz – 1400 Hz adalah 13.3 dB. Nilai tersebut tidak termasuk standar STC (ASTM E 413) kecuali pada frekuensi 1400 Hz (23 dB) sudah memenuhi STC 20-25.

Berdasarkan data *transmission loss* komposit campuran SG dengan berbagai macam resin (*polyester* dan epoksi) komposisi 40:60 dan 60:40, material komposit dengan komposisi serat 60% dan resin 40% dinyatakan lebih tinggi dibanding komposisi serat 40% dan resin 60%.

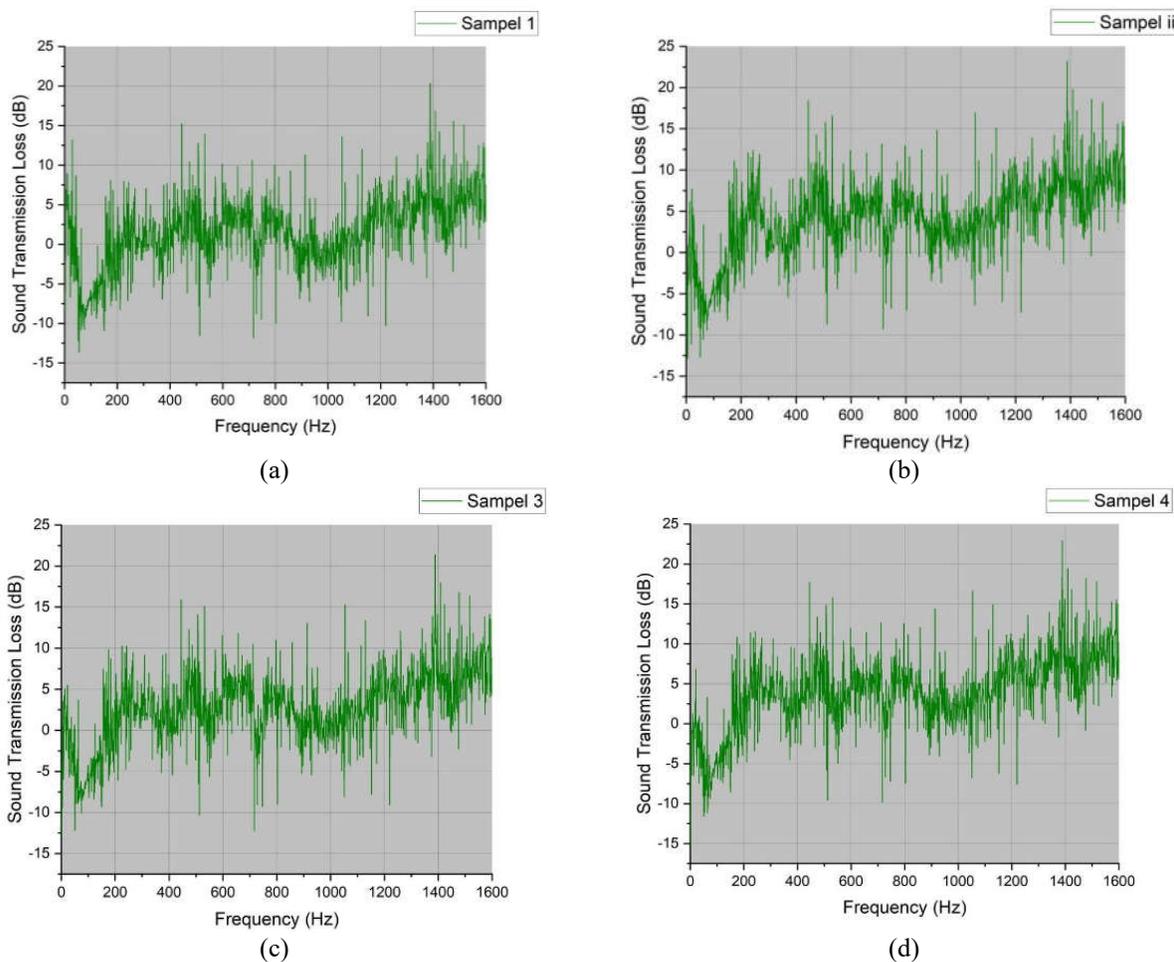
Hal ini dikarenakan oleh komposit yang didominasi oleh serat sehingga rongga dan pori-pori pada permukaan komposit semakin banyak dan suara yang terserap akan semakin banyak. Untuk komposit material SG dengan campuran berbagai resin (*polyester* dan epoksi) yang termasuk pada STC adalah pada frekuensi 1400 Hz.

Analisa *Transmission Loss* Pada Campuran Serat Daun Pandan Berduri dengan Resin Epoksi dan *Polyester*

Pada penelitian ini dihasilkan material komposit peredam suara yang terbuat dari serat daun pandan berduri (SDPB):resin epoksi (RE) dan SDPB:*polyester* (RE) dengan menggunakan perbandingan masing-masing 40:60 dan 60:40. Hasil uji hilang transmisi atau *transmission loss* dengan standar ASTM E2611-17 pada setiap sampel dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa, material komposit dengan komposisi SDPB:RP = 40:60 didapatkan nilai (i) SDPB *transmission loss* tertinggi pada frekuensi 430 Hz dan 1400 Hz yaitu sebesar 18 dB dan 23 dB dengan rata-rata *transmission loss* keseluruhan pada frekuensi 200

Hz – 1600 Hz sebesar 12.8 dB. Nilai tersebut tidak sesuai dengan standar STC (ASTM E413) kecuali pada frekuensi 1400 Hz (23 dB) sudah memenuhi untuk STC 20-25 (golongan 20-25). Gambar 2 (ii) pada material SDPB:RP = 60:40 didapatkan nilai *transmission loss* tertinggi pada frekuensi 430 Hz dan 1400 Hz yaitu sebesar 25 dB dan 28 dB dengan rata-rata *transmission loss* keseluruhan pada frekuensi 200 Hz – 1600 Hz adalah 20 dB. Nilai tersebut sesuai dengan standar STC (ASTM E413) golongan 20-25 dan pada frekuensi 1400 Hz (28 db) termasuk pada STC golongan 25-30. Gambar 2 (iii) pada material SDPB:RE = 40:60 didapatkan nilai *transmission loss* tertinggi pada frekuensi 430 Hz dan 1400 Hz yaitu sebesar 20 dB dan 23 dB dengan rata-rata *transmission loss* keseluruhan pada frekuensi 200 Hz – 1600 Hz adalah 15.2 dB. Nilai tersebut tidak termasuk standar STC (ASTM E413) kecuali pada frekuensi 1400 Hz (23 dB) sudah memenuhi untuk STC 20-25. Gambar 2 (iv) pada material SDPB:RE = 60:40 didapatkan nilai *transmission loss* tertinggi pada frekuensi 430 Hz dan 1400 Hz yaitu sebesar 17 dB dan 23 dB dengan



Gambar 1. Grafik pengujian *transmission loss* komposit (a) SG : RP = 40:60 (b) SG : RP = 60:40 (c) SG:RE = 40:60 (d) SG:RE = 60:40

rata-rata *transmission loss* keseluruhan pada frekuensi 200 Hz – 1600 Hz adalah 15.5 dB. Nilai tersebut tidak termasuk dengan standar STC (ASTM E 413) kecuali pada frekuensi 1400 Hz (23 dB) sudah memenuhi untuk STC 20-25.

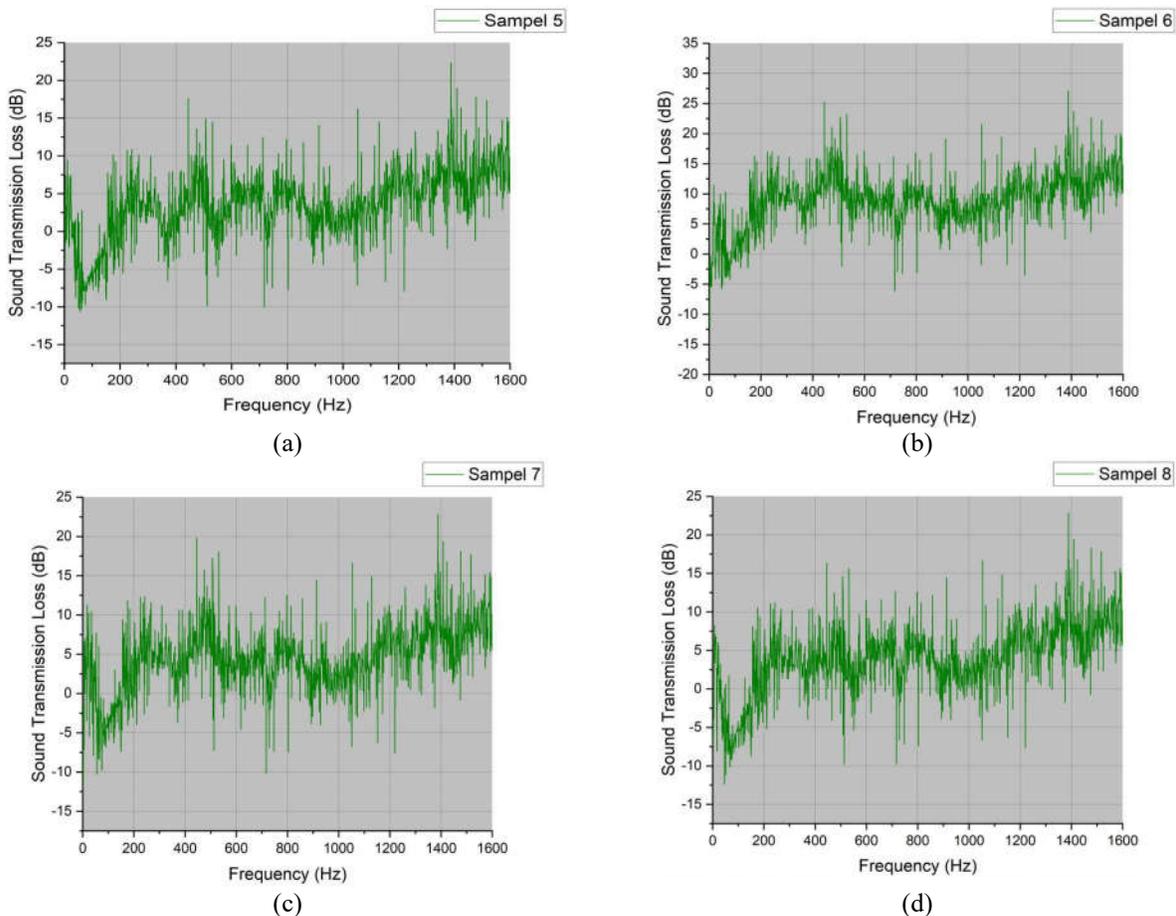
Berdasarkan data *transmission loss* material komposit SDPB dengan campuran berbagai resin (*polyester* dan epoksi) komposisi 40:60 dan 60:40, material komposit serat daun pandan berduri dengan resin *polyester* komposisi 60:40 termasuk pada standar STC (ASTM E 413) golongan 20-25 dan *transmission loss* optimal yaitu pada frekuensi 1400 Hz yang termasuk pada STC golongan 25-30. Hal ini dikarenakan oleh *tortuosity* atau ketidakaturan pori-pori pada permukaan material. Semakin tinggi derajat *tortuosity* maka semakin baik sifat penyerapan suara suatu material karena aliran udara akan semakin sulit dalam material ini (Jayaraman, 2005). Serat daun pandan berduri memiliki densitas yang lebih kecil ($\rho < 1$) dari serat daun nanas madu dan slimbah goni. Dibandingkan dengan penelitian Rozzy, (2013) yang menggunakan bahan campuran Aluminium dan Magnesium, *transmission loss* tertinggi yaitu pada paduan Al 98%-Mg 2% pada frekuensi 1500 Hz yaitu 45.01 dB.

Hal ini disebabkan oleh perbedaan permukaan komposit yang dimana serat memiliki sifat porositas dan Aluminium-Magnesium memiliki sifat yang melantunkan suara.

Analisa *Transmission Loss* Pada Campuran Serat Daun Nanas Madu dengan Resin Epoksi dan *Polyester*

Pada penelitian ini dihasilkan material komposit peredam suara yang terbuat dari serat daun nanas madu (SDNM):resin epoksi (RP) dan SDNM:*polyester* (RE) dengan perbandingan komposisi masing-masing 40:60 dan 60:40. Hasil uji hilang transmisi atau *transmission loss* dengan standar ASTM E2611-17 pada setiap sampel dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa, material komposit dengan komposisi SG:RP = 40:60 (i) SDNM terlihat *transmission loss* tertinggi terletak frekuensi 430 Hz dan 1400 Hz yaitu sebesar 18 dB dan 23 dB dengan rata-rata *transmission loss* keseluruhan pada frekuensi 200 Hz – 1600 Hz adalah 12.5 dB. Nilai tersebut tidak termasuk dengan standar STC (ASTM E413) kecuali pada frekuensi 1400 Hz (23 dB) sudah memenuhi untuk STC 20-25.



Gambar 2. Grafik pengujian *transmission loss* komposit (a) SDPB:RP = 40:60 (b) SDPB:RP = 60:40 (c) SDPB:RE = 40:60 (d) SDPB : RE = 60:40

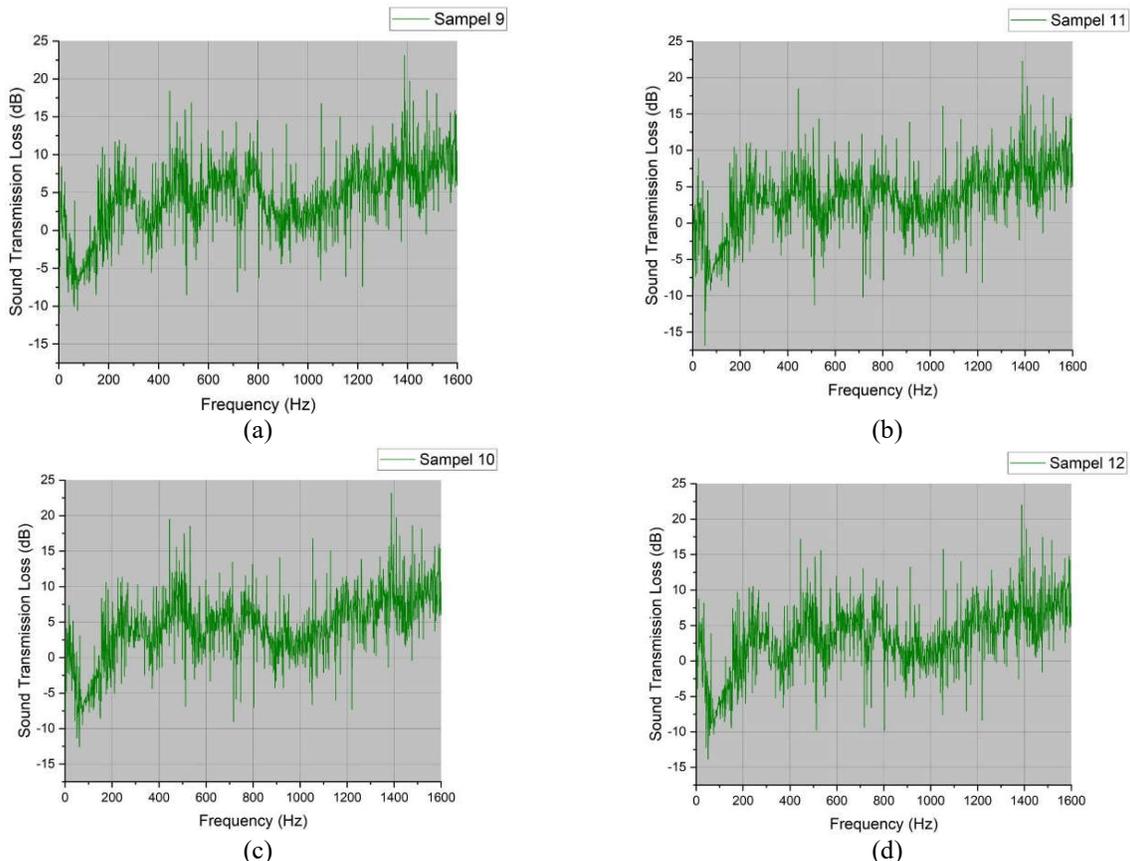
Gambar 3 (ii) Pada material SDNM:RP = 60:40 didapatkan nilai *transmission loss* tertinggi terletak frekuensi 430 Hz dan 1400 Hz yaitu sebesar 19 dB dan 24 dB dengan rata-rata *transmission loss* keseluruhan pada frekuensi 200 Hz – 1600 Hz adalah 12.6 dB. Nilai tersebut tidak sesuai dengan standar STC (ASTM E413) kecuali pada frekuensi 1400 Hz (24 dB) sudah memenuhi untuk STC 20-25. Gambar 3 (iii) Pada material SDNM:RE = 40:60 didapatkan nilai *transmission loss* tertinggi terletak frekuensi 430 Hz dan 1400 Hz yaitu sebesar 18 dB dan 22 dB dengan rata-rata *transmission loss* keseluruhan pada frekuensi 200 Hz – 1600 Hz adalah 11.3 dB. Nilai tersebut tidak sesuai dengan standar STC (ASTM E413) kecuali pada frekuensi 1400 Hz (22 dB) sudah memenuhi untuk STC 20-25. Gambar grafik 3 (iv) Pada material SDNM : RE = 60:40 didapatkan nilai *transmission loss* tertinggi terletak frekuensi 430 Hz dan 1400 Hz yaitu sebesar 18 dB dan 23 dB dengan rata-rata *transmission loss* keseluruhan pada frekuensi 200 Hz – 1600 Hz adalah 11.4 dB. Nilai tersebut tidak sesuai dengan standar STC (ASTM E413) kecuali pada frekuensi 1400 Hz (23 dB) sudah memenuhi untuk STC 20-25.

Berdasarkan data *transmission loss* komposit campuran SDNM dengan berbagai macam resin (*polyester*

dan epoksi) komposisi 40:60 dan 60:40, material komposit dengan komposisi serat 60% dan resin 40% dinyatakan lebih besar dibanding komposisi serat 40% dan resin 60%. Hal ini dikarenakan oleh komposit yang didominasi oleh serat sehingga rongga dan pori-pori pada permukaan komposit semakin banyak dan suara yang terserap akan semakin banyak. Untuk komposit material SDNM dengan campuran berbagai resin (*polyester* dan epoksi) yang termasuk pada STC adalah pada frekuensi 1400 Hz.

3.2 Analisa Densitas Pada Campuran Serat Alam (SG, SDPB dan SDNM) dengan berbagai resin (RP dan RE)

Hasil analisa uji densitas pada campuran serat alam (SG, SDPB dan SDNM) dengan berbagai resin (RP dan RE) dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa komposit serat alam (SG, SDPB dan SDNM) dengan berbagai resin (RP dan RE) komposisi 40:60 mempunyai densitas yang lebih tinggi dibandingkan komposisi serat dan resin 60:40. Hal ini disebabkan ketika matriks didominasi oleh serat maka akan lebih banyak membuat pori pada permukaan komposit sehingga kerapatannya akan semakin rendah. Semakin banyak resin yang ditambahkan akan membuat sampel semakin berat dan tebal sehingga akan nilai densitas akan semakin kecil



Gambar 3. Grafik pengujian *transmission loss* komposit (a) SDNM:RP = 40:60 (b) SDNM:RP = 60:40 (c) SDNM:RE = 40:60 (d) SDNM : RE = 60:40

Tabel 1. Tabel pengujian densitas komposit peredam suara

No.	Serat : Resin	Komposisi (%)	Densitas (gr/cm ³)
1.	SG : RP	40 : 60	1.113548
2.	SG : RP	60 : 40	1.015262
3.	SG : RE	40 : 60	0.900091
4.	SG : RE	60 : 40	1.027042
5.	SDPB : RP	40 : 60	0.911667
6.	SDPB : RP	60 : 40	0.900091
7.	SDPB : RE	40 : 60	1.027042
8.	SDPB : RE	60 : 40	0.985405
9.	SDNM : RP	40 : 60	1.115429
10.	SDNM : RP	60 : 40	0.996842
11.	SD NM : RE	40 : 60	1.045161
12.	SDNM : RE	60 : 40	0.986512

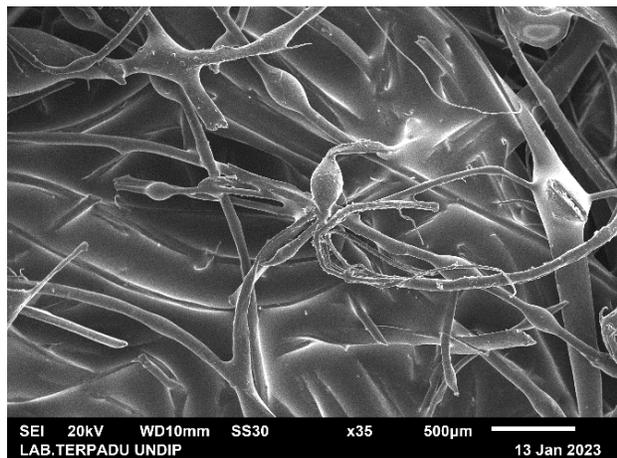
karena akan menutupi pori-pori pada permukaan komposit sehingga suara yang direduksi akan semakin kecil (Imam, 2022). Penurunan nilai densitas atau keraoatan pada material komposit dengan rasio serat, resin 60:40 mengakibatkan terbentuknya lebih banyak porositas pada material tersebut. Porositas sangat berpengaruh pada penyerapan suara pada komposit, meningkatnya porositas mempengaruhi kemampuan penyerapan suara pada suatu material (Najah dkk, 2020). Jika dilihat korelasi densitas dengan *transmission loss* dengan meningkatnya jumlah serat per satuan luas, hilangnya gelombang energi suara akan meningkat karena meningkatnya gesekan permukaan, yang meningkatkan kinerja penyerapan suara (Efriansyah, 2018).

3.3 Scanning Electron Microscope (SEM)

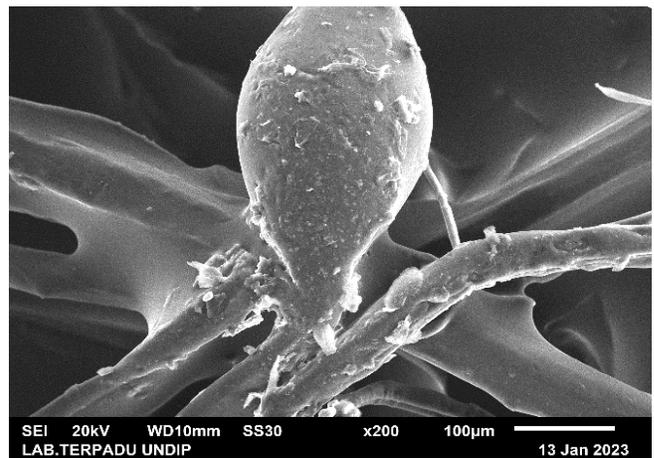
Hasil analisa SEM untuk serat SDPB dengan RP

60:40. Analisa SEM dilakukan pada komposit peredam suara terbaik yaitu SDPB dengan resin *polyester* rasio serat : resin 60%:40%. Analisa SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi dan struktur internal pada komposit. Gambar 4(a) memperlihatkan interaksi antara serat dengan resin, resin masuk ke mikro fibril serat (rongga) daun pandan berduri sehingga resin dan serat menyatu (Eriningsih dkk, 2014). Hal ini dikarenakan adanya proses alkalisasi pada serat sebelum pencampuran. Proses alkalisasi berfungsi untuk menghilangkan kadar lignin dan minyak yang menutupi permukaan luar serat sehingga dapat meningkatkan kontak area dan sifat adhesi antara serat dan matriks (Pratama dkk, 2019). Semakin baik ikatan antara serat dan resin pada komposit peredam suara dapat meningkatkan sifat mekanik material sehingga tidak terjadi pengikisan. Dominasi resin oleh serat akan meningkatkan ketidakteraturan pori-pori yang mengakibatkan sifat penyerapan suara oleh suatu material akan semakin baik (Efriansyah, 2018). Pada Gambar 4 (b) terlihat serat berukuran diameter 100 µm yang sudah tercampur dengan resin memiliki bentuk yang berongga, hal inilah yang mempengaruhi besar *transmission loss* pada komposit peredam suara berbahan serat alam (Surya dkk, 2018). Pada penelitian komposit serat *Dendrocalamus asper* (bambu betung) dengan campuran *polypropylene* menunjukkan bahwa penambahan serat bambu betung pada *polypropylene* (Gambar 5) dapat meningkatkan absorpsi suara pada material karena rongga-rongga yang terisi oleh udara akan membentuk porositas yang relatif lebih besar pada komposit, sehingga mempunyai koefisien absorpsi yang lebih tinggi pada frekuensi standart maupun frekuensi besar (Hidayat dkk, 2017).

Absorpsi suara terbaik diperoleh pada frekuensi 4000 Hz yaitu mencapai $\alpha = 0.5142$. Hal tersebut sesuai dengan penelitian ini, berdasarkan hasil SEM menunjukkan

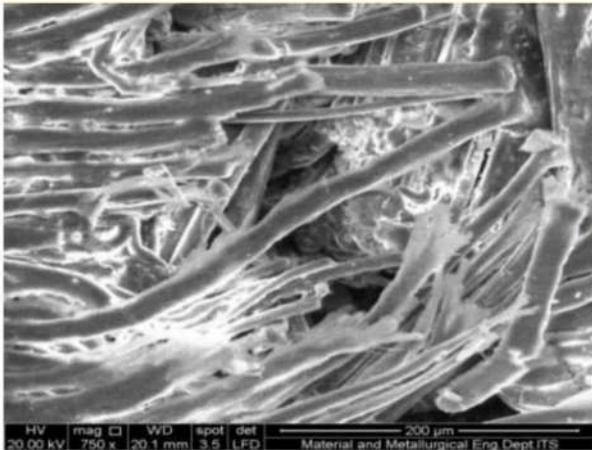


(a)



(b)

Gambar 4. Hasil uji SEM serat daun pandan berduri dengan resin *polyester* rasio serat:resin 60:40 a) Perbesaran 25x b) Perbesaran 200x



Gambar 5 Hasil uji SEM serat *Dendrocalamus Asper* dengan campuran polypropylene

semakin banyak rongga dan porositas pada permukaan komposit maka hasil redaman suara pada material semakin bagus yaitu pada komposit serat yang lebih besar (SDPB = Resin sebesar 60:40)

4. Kesimpulan

Komposit berbahan serat alam yaitu serat limbah serat goni, serat daun pandan berduri dan serat daun nanas madu dengan matriks resin epoksi dan *polyester* dapat dimanfaatkan sebagai peredam suara. Hasil uji peredam suara serat alam tersebut dipengaruhi oleh jenis serat, morfologi dan sifat-sifat fisik komposit yang dibentuk. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, rasio pada serat alam goni, daun pandan berduri dan serat daun nanas madu terhadap resin sangat mempengaruhi redaman suara pada komposit material. Redaman suara terbaik terletak pada serat daun pandan berduri dicampur resin *polyester* dengan rasio serat dan resin yaitu 60:40 yaitu *transmission loss* mencapai 28 dB. Resin yang didominasi oleh serat mampu meredam suara lebih baik dibanding komposisi resin yang lebih banyak.

Daftar Pustaka

Ahaddin, Erdianto Eko, Mohammad Farid, dan Vania Mitha Pratiwi. 2016. "Analisa Pengaruh Fraksi Massa Terhadap Sifat Akustik Dan Kekuatan Lentur Pada Pembuatan Komposit Polyurethane/Serat Bambu Betung Dengan Metode Hand Lay-Up Untuk Aplikasi Door Panel Mobil." *Jurnal Teknik ITS* 5(2): E32–E32.

Efriansyah R. 2018. "Analisis penerapan komposit poliester berpenguat serat gelas dan nanoselulosa untuk pembuatan dashboard dengan metode hand

lay up." : 1–118.

Eriningsih, E., Widodo, M., dan Marlina, R. (2014) "Pembuatan dan Karakterisasi Peredam Suara Dari Bahan Baku Serat Alam", *Arena Tekstil*, 29(1), 1-8

Gibson, R. F., (2007) "Principles Of Composite Material Mechanics", Boca Raton, FL: CRC Tekan.

Habibie, Sudirman dkk. 2021. "Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan, Suatu Kajian Pustaka." *Jurnal Inovasi dan Teknologi Material* 2(2): 1–13.

Hidayat, Angga Dea Saputra, Moh Farid, dan Alvian Toto Wibisono. 2017. "Karakterisasi Morfologi Sifat Akustik Dan Sifat Fisik Komposit Polypropylene Berpenguat Serat Dendrocalamus Asper Untuk Otomotif." *Jurnal Teknik ITS* 6(2): 2–7.

Imam, Ahmad. 2022. "Analisis Pengaruh Ketebalan Komposit Serbuk Kayu Surian Berpengikat Alami Getah Karet dan Tepung Tapioka terhadap Peredaman Suara untuk Peredam Ruang." *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi* 12(1): 138.

Jayaraman, K. A. (2005) "Acoustical Absorptive Properties of Nonwovens", *Fiber Innovation Technology, Inc*, 1-123

Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor:KEP-51.MEN/1999 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Di Tempat Kerja,1999, Jakarta: Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI.

Mawardi, Indra, Azwar Azwar, dan Amir Rizal. 2017. "Kajian perlakuan serat sabut kelapa terhadap sifat mekanis komposit epoksi serat sabut kelapa." *Jurnal POLIMESIN* 15(1): 22.

Najah, Asrul Ainun, Ikhwanul Qiram, dan Dewi Sartika. 2020. "Pengaruh (Matrik) Pola Susunan Serat Terhadap Karakteristik Peredam Suara Berbahan Sabut Kelapa." *V-MAC (Virtual of Mechanical Engineering Article)* 5(2): 21–26.

Perdana, R. A. (2018) "Komposit Serat Bambu dengan Variasi Jenis Matriks Sebagai Alternatif Peredam Suara", *Skripsi SI*, Universitas Sanata Darma.

Putra, A. S. (2020) "Penentuan Koefisien Serap Bunyi Papan Partikel dari Limbah Pelepeh Kelapa Sawit", *Surya Teknika*, 7(2), 182-185.

Pratama, Ridho, M Dirhamsyah, dan . Nurhaida. 2019. "Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Gypsum Dari Limbah Kayu Akasia (Acacia Mangium Willd) Berdasarkan Kadar Gypsum Dan Ukuran Serbuk Kayu." *Jurnal Hutan Lestari* 7(1): 305–15.

Pratiwi, Putri, Hendriwan Fahmi, dan Fiko Saputra. 2017. "Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Redaman Suara Komposit Berpenguat Serat Pinang." *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer* 8(2): 813.

Rifaida Eriningsih, Mukti Widodo, dan Rini Marlina. 2014. "Pembuatan Dan Karakterisasi Peredam Suara Dari Bahanbaku Serat Alam." *Arena Tekstil* 29(1): 1–8.

- Rozzy, Fahrul. 2013. "Kajian Eksperimental Pengukuran Transmission Loss Dari Paduan Aluminium-Magnesium Menggunakan Metode Impedance Tube." *Universitas Sumatera Utara* 1(3): 47–55.
- Surya, Luh Altari Padhmayoni, Kusuma Kencanawati, dan I Ketut Gede Sugita. 2018. "Green composite serbuk ampas tebu dengan matrik getah pinus sebagai peredambunyi." *Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan* 2018(2338): 174–78.
- Suryawan, I Gede Putu Agus, NPG Suardana, IN Suprpta Winaya, dan IWB Suyasa. 2020. "The Hardness Analysis of Epoxy Composite Reinforced with Glass Fiber Compared to Nettle Fibers." *International Journal of Engineering and Emerging Technology* 5(1): 1.