

Pengaruh Komposisi Serat Pada Komposit Berbahan Filter Puntung Rokok Dan Serat Sabut Kelapa Terhadap Penyerapan Suara

I Nyoman Naya Giri Putra¹⁾, Ngakan Putu Gede Suardana²⁾, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati³⁾

Program Studi Teknik mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Indonesia adalah negara terpadat nomor 4 di dunia. Kepadatan jumlah penduduk di Indonesia, mengakibatkan banyaknya perokok aktif di Indonesia, yang mencapai hingga 31,44% perokok di Indonesia pada tahun 2020. Industri rokok di Indonesia cukup besar, dengan pendapatan cukai melalui rokok hingga 96%. Peneliti melakukan suatu alternatif yang bisa digunakan untuk mengolah limbah filter rokok dengan cara dilarutkan dengan aseton kemurnian 100%. Filter rokok yang terlarut dengan aseton, akan dijadikan bahan matriks pada komposit dengan serat sabut kelapa yang diaplikasikan sebagai peredam suara. Pada komposit yang telah dibuat ini menggunakan fraksi volume 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% serat. Proses pembuatan komposit menggunakan acuan ASTM E 1050 – 98. Pengujian koefisien serap suara menggunakan metode tabung impedansi. Koefisien serap suara terendah terdapat pada spesimen 0% serat yang dimana pada setiap frekuensinya menghasilkan koefisien serap suara yang tidak lebih dari 0,1. Sedangkan nilai koefisien serap suara terbesar terdapat pada spesimen 40% pada frekuensi 4000 Hz dengan koefisien serap suara sebesar 0,5. Karakteristik komposit dan campuran serat dengan matriks dapat dilihat dari hasil uji morfologi melalui foto mikro.

Kata Kunci: Komposit, peredam suara, filter rokok, serat sabut kelapa, uji koefisien serap suara

Abstract

Indonesia is the fourth most populous country in the world. The density of population in Indonesia, resulting in many active smokers in Indonesia, which reached up to 31.44% of smokers in Indonesia in 2020. The cigarette industry in Indonesia is quite large, with excise income from cigarettes up to 96%. The researcher did an alternative that can be utilized to manage the cigarette filter waste by diluting it with 100% purity acetone. The dissolve cigarette filter will be used as a matrix material in a composite with coconut fiber which is applied as sound absorption. The composite that has been made used the volume fractions of 0%, 10%, 20%, 30%, and 40% fiber. The process of making composite used ASTM E 1050-98 as a reference. Testing the sound absorption coefficient using the impedance tube method. The lowest sound absorption coefficient is found in the 0% fiber specimen which at each frequency produced a sound absorption coefficient of not more than 0.1. While the largest sound absorption coefficient is found in the 40% specimen at the frequency of 4000 Hz with a sound absorption coefficient of 0.5. The characteristic of composites and fiber-matrix mixtures could be seen from the results of morphological tests through micro-photographs.

Keywords: composite, sound absorption, cigarette filter, coconut fiber, sound absorption coefficient test

1. Pendahuluan

Indonesia adalah negara dengan jumlah penduduk yang cukup padat. Terdapat sejumlah 255.587.900 jiwa pada tahun 2015, dan sebesar 271.349.888 jiwa pada tahun 2020. Dengan dijual bebasnya rokok di Indonesia bea cukai Indonesia menyampaikan bahwa kontribusi dari hasil cukai mencapai 96%. Karena hal tersebut, pemerintah tidak membatasi penduduknya untuk tidak merokok, dengan menjual bebas rokok. Dalam laporan World Health Organization (WHO) pada tahun 2015 jumlah perokok di Indonesia sebesar 72.723.300 jiwa [1]. Data statistik WHO ini juga menunjukkan adanya peningkatan jumlah perokok pada tahun 2020 sebesar 85.308.500 jiwa sedangkan pada tahun 2025 diperkirakan sebesar 96.776.800 jiwa [1]. Hal ini menunjukkan sekurang-kurangnya dalam satu hari di tahun 2020 di Indonesia akan menghasilkan 85.308.500 limbah puntung rokok. Proses degradasi selulosa asetat dalam lingkungan sendiri sangat

ditentukan oleh kondisi lingkungan, dan tidak dapat terdegradasi secara hayati [2]. Filter rokok berbahan dasar selulosa asetat yang dapat dilarutkan dengan aseton kemurnian 100%. Sehingga peneliti memanfaatkan filter rokok yang telah dilarutkan untuk dijadikan bahan matriks, dengan tambahan katalis mekpo.

Selain permasalahan limbah puntung rokok, Indonesia juga merupakan negara dengan industri yang padat seperti kegiatan industri perdagangan, pembangkit, dan kegiatan rumah tangga merupakan sumber terbesar dari adanya kebisingan. Dengan kegiatan industri yang cukup padat diiringi dengan perkembangan teknologi yang cukup pesat, tidak bisa dipungkiri lagi akan menjadi faktor terbesar bertambahnya kebisingan. Hal tersebut dikarenakan bertambahnya kebutuhan industri yang akan sebanding dengan bertambahnya alat-alat besar maupun kecil [3]. Maka dari itu, berbagai jenis peredam suara sudah mulai dikembangkan guna

mengatasi masalah kebisingan, dengan material yang memiliki karakteristik yang sesuai dengan peredam suara seperti sabut kelapa yang akan dimanfaatkan sebagai serat.

Sabut kelapa memiliki struktur yang memadai untuk diaplikasikan sebagai peredam suara, yang dimana strukturnya memiliki karakteristik yang sama dengan peredam yang telah diproduksi [4]. Di sisi lain, di Indonesia menghasilkan kelapa dalam jumlah yang besar. Serat sabut ditemukan menjadi penyerap akustik yang baik ketika serat dikompresi menjadi lembaran [5]. Serat sabut kelapa juga memiliki mikropori, sehingga peneliti memanfaatkan sabut kelapa sebagai serat dan filter rokok sebagai matriks untuk diaplikasikan sebagai peredam suara.

Menyadari bahaya dan potensi yang ada dari limbah puntung rokok diperlukan adanya pemanfaatan limbah puntung rokok ini, maka yang menjadi pokok masalah dalam penelitian ini adalah berapa komposisi serat pada komposit *cellulose acetate* (puntung rokok) serat sabut kelapa yang mempunyai koefisien serap suara optimal.

Beberapa batasan yang ditetapkan pada penelitian kali ini meliputi:

1. Matriks yang digunakan adalah limbah puntung rokok yang berbahan *cellulose acetate* yang dilarutkan dengan aseton
2. Penguat yang digunakan adalah serat sabut kelapa kering dengan asumsi ukuran serat homogen
3. Pengaruh suhu tidak diperhitungkan
4. Matriks diasumsikan homogen
5. Serat sabut yang digunakan adalah sabut kelapa yang berasal dari Kabupaten Tabanan, dengan jenis kelapa pohon tinggi
6. Tekanan *press* pada proses pencetakan spesimen menggunakan tebal cetakan sebagai patokan maksimal
7. Filter rokok yang digunakan adalah filter rokok berbahan dasar selulosa asetat

2. Dasar Teori

2.1. Koefisien Serap Suara

Koefisien serap suara dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara energi suara yang datang dengan energi suara yang diredam [6] Berikut adalah rumus untuk mengukur koefisien serap suara:

$$Ea = Ei - Eb \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{Ea}{Ei} \quad (2)$$

Dimana : Ea = Energi suara yang diserap (Hz)
 Ei = Energi suara yang masuk (Hz)
 Eb = Energi suara yang dipantulkan (Hz)
 α = Koefisien serap suara

2.2. Densitas Bahan

Densitas Merupakan kuantitas fisik yaitu perbandingan antara berat terhadap volume, dapat dirumuskan dengan:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (3)$$

Pada pengukuran densitas dapat menggunakan metode archimedes yang dapat mengukur kepadatan material dalam bentuk padat, dan diukur menggunakan timbangan digital, beserta direndam dengan minyak tanah. Dapat ditunjukkan melalui persamaan:

$$\rho_s = \frac{m_u}{m_u - m_m} \times \rho_m \quad (4)$$

ρ_s = kepadatan sampel (g/cm^3)

m_u = massa sampel kering (g)

m_m = massa sampel saat di rendam minyak tanah (g)

ρ_m = Kepadatan minyak tanah ($0,83 \text{ g/cm}^3$)

3. Metode Penelitian

3.1 Proses Pembuatan Spesimen

Komposisi berat bahan pada proses pembuatan spesimen, ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Berat Bahan

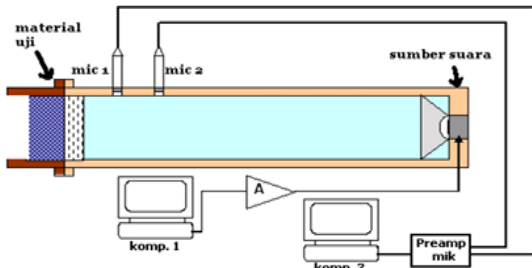
fraksi volume (serat)	volume matriks (cm^3)	volume serat (cm^3)	volume total (cm^3)	berat matriks (gr)	berat serat (gr)
0%	78,5	0	78,5	75,36	0
10%	70,65	78,5	78,5	67,82	9,42
20%	62,8	15,7	78,5	60,28	18,84
30%	54,95	23,55	78,5	52,75	28,26
40%	47,1	31,4	78,5	45,21	37,68

Proses pembuatan spesimen dimulai dengan perlakuan alkali selama 2 jam dengan konsentrasi 5% NaOH pada serat sabut kelapa guna meningkatkan karakteristik mekanik serta thermal komposit menjadi lebih baik [7]. Kemudian dilanjutkan dengan proses pengeringan menggunakan oven pada suhu 70°C selama 24 jam. Pada proses selanjutnya yaitu memisahkan filter rokok dengan kertas pembungkusnya, bersihkan dan oven selama 90 menit pada suhu 70°C . Pada proses pembuatan matriks, larutkan puntung rokok dengan aseton 100% dengan komposisi 85% aseton dan 15% puntung rokok, dan mencampur dengan *hardener* mekpo. Selanjutnya cetak spesimen menggunakan cetakan sesuai ASTM E 1050 : 1998, dengan variasi fraksi volume 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% serat. Tunggu hingga mengering selama 12 jam pada suhu kamar.

3.2 Pengujian Koefisien Serap Suara

Proses pengujian dilakukan dengan mempersiapkan spesimen uji dengan ukuran sesuai ASTM E 1050 : 1998, yaitu dengan diameter 10cm, dan tebal 1cm. Pengujian dilakukan menggunakan alat dengan konsep tabung impedansi 2 mikrofon

Frekuensi (Hz)	0%	10%	20%	30%	40%
300	0.06	0.19	0.2	0.23	0.24
400	0.06	0.27	0.28	0.29	0.34
500	0.06	0.26	0.33	0.35	0.36



Gambar 1. skema pengujian koefisien serap suara

2500	0.07	0.28	0.31	0.34	0.38
3500	0.07	0.32	0.38	0.43	0.44
4000	0.09	0.32	0.4	0.44	0.5

ISO 10534-2 : 1998. Data dari alat tabung impedansi akan direkam melalui aplikasi *audacity*. Pada penelitian ini menggunakan 3 buah laptop yang dimana laptop 1 sebagai sumber suara menggunakan aplikasi *tune generator*, laptop 2 pada mikrofon 1, dan laptop 3 pada mikrofon 2. Skema pengujian koefisien serap suara ditunjukkan pada gambar 1.

3.3 Foto Mikro

Pengamatan mikro dilakukan pada spesimen yang berguna untuk mengamati distribusi matriks pada serat. Pengamatan dilakukan dengan pembesaran 10x pada lensa okuler dan 10x pada lensa objektif.

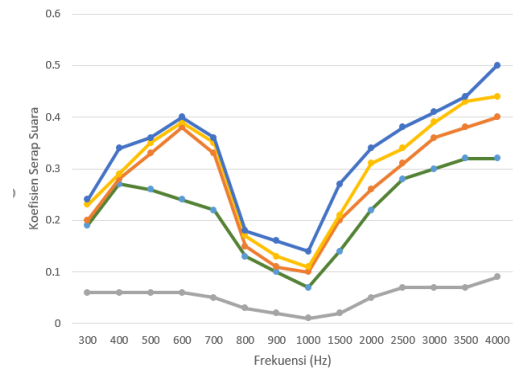
4. Hasil Dan Pembahasan

Tabel 2. Hasil Uji Koefisien Serap Suara

4.1. Hasil Uji Koefisien Serap Suara

Pengujian koefisien serap suara dilakukan dengan mengukur suara masuk dan suara yang dipantulkan. Spesimen di pasang pada alat tabung impedansi dan dipastikan tidak terjadi kebocoran suara. Pengujian dilakukan berulang, kemudian data dari hasil setiap uji dirata-ratakan. Data hasil uji koefisien serap suara dapat dilihat pada tabel 2.

Berdasarkan data pada gambar 2 yang didapat melalui proses pengujian koefisien serap suara dengan metode tabung impedansi membuktikan bahwa komposisi serat mempengaruhi tingkat penyerapan suara. Dapat dilihat dari grafik pada gambar 2, bahwa setiap spesimen memiliki titik minimal pada koefisien serap suara yaitu pada 1000 Hz, dan titik maksimal koefisien serap suara pada 4000 Hz. Pada kasus meningkatnya koefisien serap



Gambar 2. Grafik hubungan frekuensi dan fraksi volume terhadap koefisien serap suara

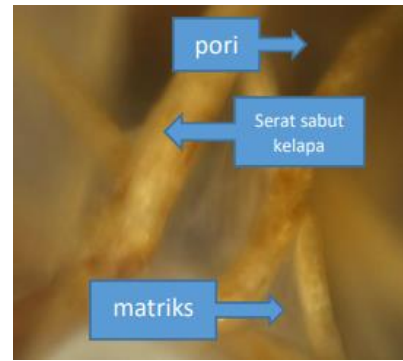
suara dari 1000 Hz menuju 4000, diakibatkan oleh padatnya struktur serat, yang memaksa gelombang suara melewati spesimen dengan jarak yang lebih jauh, yang dimana semakin besar gelombang, maka lebih banyak pengurangan energi suara yang dihasilkan dari kerugian aliran dan kerugian gesekan internal yang dapat meningkatkan kinerja penyerapan suara [8]. Pada frekuensi menengah menuju lebih tinggi, penyerapan suara lebih optimal yang dimana karena kehilangan maupun pengurangan energi meningkat yang mengakibatkan meningkatnya gesekan antar permukaan, sehingga nilai koefisien penyerapan suara meningkat, dengan kata lain semakin banyak serat maka semakin besar gesekan gelombang yang terjadi, maka kehilangan energi semakin besar sehingga penyerapan suara menjadi lebih optimal pada frekuensi tinggi, dan tidak baik pada penyerapan suara pada frekuensi menengah [9]. Spesimen berserat memiliki tingkat penyerapan suara yang baik, dan semakin berpori bahan, maka tingkat penyerapan akan semakin besar [10].

4.2. Hasil Foto Mikro

Foto mikro pada penelitian ini dilakukan menggunakan pembesaran 10x lensa objektif dan 10x lensa okuler. Pengamatan foto mikro dilakukan dengan tujuan melihat distribusi pada matriks dengan serat. Pada pengamatan kali ini mikroskop yang digunakan adalah mikroskop dengan merk "Nikon Eclipse LV150" yang tersedia pada laboratorium Metalurgi Kampus Teknik Mesin Udayana. Hasil foto mikro pada spesimen ditunjukkan pada gambar 3, 4, 5, 6 dan 7.



Gambar 3. Foto mikro spesimen 0% serat



Gambar 7. Foto mikro spesimen 40% serat



Gambar 4. Foto mikro spesimen 10% serat



Gambar 5. Foto mikro spesimen 20% serat



Gambar 6. Foto mikro spesimen 30% serat

Berdasarkan hasil foto mikro, terlihat bahwa distribusi matriks pada setiap spesimen berbeda, hal tersebut dikarenakan variasi fraksi pada setiap spesimen. Pada spesimen 0% serat tidak menggunakan serat pada spesimen. Kemudian pada spesimen 10% serat, serat sepenuhnya masih menyatu dengan matriks, dan matriks paling sedikit pada spesimen 40% serat, sehingga rongga yang dihasilkan sangat banyak, dan matriks tidak terdistribusi dengan baik, hanya sebagian kecil yang menyatu dengan matriks.

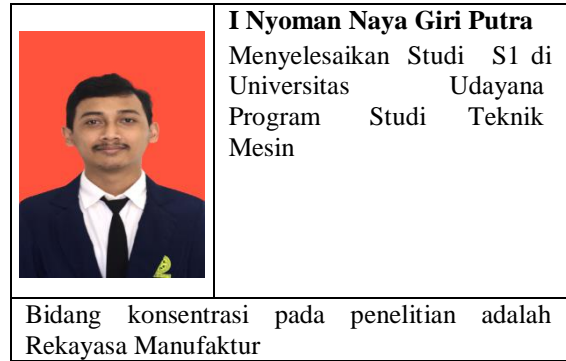
4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang berapa komposisi serat pada komposit *cellulose acetate* (puntung rokok) serat sabut kelapa yang mempunyai koefisien serap suara optimal, dapat disimpulkan bahwa pengaruh komposisi serat pada spesimen mempengaruhi besar koefisien serap suara. Hal tersebut terbukti dengan meningkatnya koefisien serap suara pada setiap penambahan komposisi serat. Terjadi peningkatan sebesar 360,85% pada spesimen 0% serat menuju 10% serat, 24% peningkatan pada spesimen 10% serat menuju 20% serat, 9,9% peningkatan pada spesimen 20% serat menuju 30% serat dan 11,1% peningkatan pada spesimen 30% serat menuju 40% serat. Pada penelitian ini, spesimen dengan fraksi volume 40% serat merupakan hasil terbaik atau optimal adalah koefisien serap suara sebesar 0.5 yang diuji pada frekuensi sebesar 4000 Hz.

Daftar Pustaka

- [1] Pertiwi, Y. M., Hanifah, U. N., Sakti, A. B., & Prayogi, A. A., 2020, *Eco Powerbank: Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok Menjadi Bahan Dalam Media Penyimpan Energi*, Khazanah: Jurnal Mahasiswa, 8(1), 10.
- [2] Escobar, V. G., & Maderuelo-Sanz, R., 2017, *Acoustical performance of samples prepared with cigarette butts*, Applied Acoustics, 125, 166-172.

- [3] Shekdar, A. V., 2009, *Sustainable solid waste management: An integrated approach for Asian countries*, Waste management, 29(4), 1438-1448.
- [4] Khuriati, A., Komaruddin, E., & Nur, M., 2006, *Disain peredam suara berbahan dasar sabut kelapa dan pengukuran koefisien penyerapan bunyinya*, Berkala Fisika, 9(1), 43-53.
- [5] Rozli, Z., & Zulkarnain, 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.
- [6] Porges, G., 1977, *Applied acoustics* (Book), New York. Halsted Press, 1977. 188 p.
- [7] Witono, K., 2013, *Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) terhadap Kekuatan Tarik dan Morfologi Serat Mendong*, (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [8] Huang, C. H., Lin, J. H., Lou, C. W., & Tsai, Y. T., 2013, *The efficacy of coconut fibers on the sound-absorbing and thermal-insulating nonwoven composite board*, Fibers and Polymers, 14(8), 1378-1385.
- [9] Nandanwar, A., Kiran, M. C., & Varadarajulu, K. C., 2017, *Influence of density on sound absorption coefficient of*
- [10] Cao, L., Fu, Q., Si, Y., Ding, B., & Yu, J., 2018, *Porous materials for sound absorption*, Composites Communications, 10, 25-35.



fibre board, Open Journal of
Acoustics, 7(01), 1.