

Karakteristik Fisik Dan Akustik *Biokomposit* Polyester Yukalac C-108 B Dengan Ampas Tebu Sebagai Material Peredam Bunyi

M. Ali Shobirin, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, dan I Ketut Gede Sugita
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Limbah tebu dikenal dengan nama bagasse, merupakan bentuk limbah padat dan kering dari tebu akibat proses pengolahan tanaman tebu di pabrik ataupun usaha minuman sari tebu. Limbah ampas tebu dapat dikurangi dengan berbagai cara, salah satu caranya adalah menjadikan limbah tebu sebagai panel biokomposit untuk peredam bunyi. Rancangan penelitian material biokomposit peredam bunyi dan pengujian porositas dibuat dari ampas tebu dengan matrik resin Yukalac C-108 B berbentuk tabung berdiameter 10 cm menggunakan variasi perbandingan volume 30 % matriks : 70% ampas tebu. Spesimen uji memiliki ketebalan 1, 1,5, 2, 2,5, dan 3 cm. Spesimen dibuat dengan metode hand lay-up. Pengujian serap bunyi menggunakan tabung impedansi 2 microphone mengacu pada ASTM E1050-98 sedangkan pengujian porositas mengacu pada ASTM D-570-98. Hasil penelitian pengujian serap bunyi dan porositas yang dapat menjadi bahan peredam suara adalah spesimen ketebalan 3 cm yang memiliki nilai porositas 44,99 % dan nilai α rata-rata 0,38. Sedangkan spesimen uji dengan ketebalan 1, 1,5, 2, dan 2,5 cm belum memenuhi syarat untuk dijadikan bahan peredam suara karena sebagian nilai α kurang dari 0,15.

Kata Kunci: Biokomposit, Uji Serap Bunyi, Yukalac C-108 B, Ampas Tebu

Abstract

Sugar cane waste, known as bagasse, is a form of solid and dry waste from sugar cane due to the processing of sugarcane in the factory or business of sugarcane juice drinks. Waste bagasse can be reduced in various ways, one way is to make sugarcane waste as a biocomposite panel for sound absorbers. The research design of sound absorbing biocomposite material and porosity testing was made from bagasse with Yukalac C-108 B resin matrix in the shape of a 10 cm diameter using a variation of the volume ratio of 30% matrix: 70% bagasse. Test specimens have a thickness of 1, 1.5, 2, 2.5 and 3 cm. Specimens are made using the hand lay-up method. Sound absorption testing using an impedance tube of 2 microphones refers to ASTM E1050-98 while porosity testing refers to ASTM D-570-98. The results of the study are sound absorption and porosity that can be used as sound dampening material is a specimen thickness of 3 cm which has a porosity value of 44.99% and average α value is 0.38. While test specimens with thickness of 1, 1.5, 2, and 2.5 cm have not met the requirements to be used as sound dampening material because some α values are less than 0.15.

Keywords: Biocomposite, Sound Absorption Test, Yukalac C-108 B, Sugarcane Bagasse

1. Pendahuluan

Penggunaan ampas tebu sebagai alternatif komposit peredam suara merupakan proses daur ulang untuk penghematan sumber daya alam serta pengolahan limbah. Belum termanfaatkannya limbah secara optimal menimbulkan permasalahan tersendiri bagi lingkungan dan industri sehingga menjadi limbah organik. Menurut Balaji secara kimia ampas tebu terdiri dari 50 % selulosa, 30% pentosan, dan 2,4 abu[1].

Bunyi atau suara merupakan gelombang merambat dan membutuhkan medium maka suara dapat ditahan dan diredam. Salah satu cara meredam atau menahan rambatan bunyi tersebut dilakukan dengan cara memodifikasi medium rambatnya. Sebelumnya penelitian yang dilakukan oleh Septa Ariawan tentang peredam bunyi pada *green composite* ampas tebu menggunakan matriks getah pinus dengan variasi fraksi volume berpengaruh terhadap koefisien serap bunyi yang menunjukkan nilai terendah $\alpha = 0,20$ pada frekuensi 100 Hz pada variasi 10%-90% dan yang tertinggi dengan nilai $\alpha =$

0,69 pada frekuensi 4000 Hz pada variasi 30%-70% [2].

Penelitian tentang ampas tebu dengan matriks getah pinus juga dilakukan oleh Padmayoni Surya bahwa ketebalan green composite mampu mempengaruhi koefisien serap bunyi. Hasil penelitian ini nilai koefisien serap bunyi yang tertinggi yaitu sebesar 0,78 pada frekuensi 3000 Hz dengan ketebalan 1,5 cm dan terendah yaitu sebesar 0,30 pada frekuensi 100 Hz dengan ketebalan 1 cm.[3]

Contoh penelitian tersebut menggambarkan pentingnya perpaduan antara suatu bahan material agar menghasilkan sifat-sifat yang diinginkan dalam sebuah material semaksimal mungkin. Komposisi penelitian pembuatan material peredam suara yang berbeda tersebut ternyata berpengaruh terhadap nilai koefisien serap bunyi. Oleh karena itu peneliti ingin mempelajari tentang material peredam bunyi dengan komposisi perbandingan 30:70 % menggunakan matriks yang berbeda yaitu polyester Yukalac C-108 yang akan dipadukan dengan serbuk ampas tebu

untuk mendapatkan sebuah material yang memiliki sifat yang baru.

2. Metodologi Penelitian

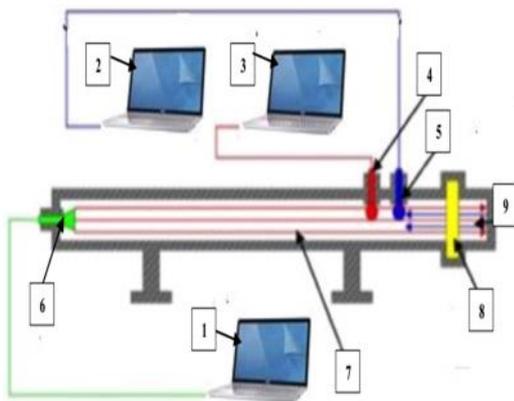
2.1 Pembuatan Biokomposit

Pembuatan biokomposit serbuk ampas tebu dengan matriks resin yukalac c-108 b, langkah pertama adalah memisahkan daging tebu dengan kulitnya, lalu dikeringkan dalam suhu oven 70°C selama 2 jam. Setelah kering, ampas tebu dihancurkan dengan blender kemudian diayak dengan ayakan berukuran 7 mesh lalu ditimbang sesuai ukuran. Kemudian resin yukalac c-108 b dicampur dengan katalis dan ditimbang sesuai ukuran lalu diaduk hingga tercampur rata. Setelah selesai ditimbang, campurkan serbuk ampas tebu dengan matriks ke dalam wadah yang telah disiapkan lalu dituangkan ke dalam cetakan yang berbentuk tabung dengan diameter 10 cm dengan variasi volume 30%:70% dengan ketebalan 1 cm, 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm, 3 cm. Proses pembuatan biokomposit ini keseluruhannya menggunakan metode *hand lay-up*.

Tabel 1 Komposisi Biokomposit

Tebal (cm)	Serbuk ampas tebu (gr)	Resin yukalac c-108 b (gr)
1	17,66	61,54
1,5	26,49	92,31
2	35,32	123,08
2,5	44,15	153,86
3	52,98	184,63

2.2 Pengujian Serap Bunyi



Gambar 1. Skema Uji Serap Bunyi

Keterangan :

1. Laptop 1
2. Laptop 2
3. Laptop 3
4. Microphone
5. Microphone
6. Speaker
7. Bunyi yang datang
8. Panel *biokomposit*
9. Bunyi yang diserap

Pengujian spesimen terhadap serap bunyi dilakukan untuk mengetahui nilai serapan suara (*Noise Absorption Coefficient*) maka material penyerap bunyi diuji dengan metode tabung

impedansi dua *microphone* ISO 10534-2 ASTM E1050-98. Sedangkan nilai α atau NAC (*Noise Absorption Coefficient*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\alpha = \frac{E_a}{E_i} \quad (1)$$

Keterangan :

- α = koefisien serap bunyi
- E_a = energi bunyi yang diserap (dB)
- E_i = energi bunyi yang datang (dB)

2.3 Pengujian Porositas

Pengujian porositas dilakukan dengan menggunakan metode Archimedes. Porositas merupakan presentase perbandingan volume kosong (rongga) dengan volume benda padatnya. Ada dua jenis porositas, yakni porositas terbuka dan porositas tertutup. Pada porositas tertutup sulit dilakukan. Sedangkan pada porositas terbuka mempunyai akses dengan permukaan luar meskipun rongga berada di tengah-tengah benda. Sehingga yang biasanya diukur adalah porositas terbuka yang dinyatakan dalam persamaan ASTM D570-98 sebagai berikut:

$$P = \frac{\text{massa basah} - \text{massa kering}}{\text{massa kering}} \times 100\% \quad (2)$$

2.3 Menghitung Massa Jenis Serbuk Ampas Tebu

Massa jenis bahan penelitian ini diperoleh dengan menggunakan alat *piknometer*. Pengujian menggunakan rumus :

$$= \frac{m_2 - m_1}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)} \times \rho_{\text{aquades}} \quad (3)$$

Keterangan :

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

Diketahui =

- $m_1 = 27,782 \text{ gr}$
- $m_2 = 28,252 \text{ gr}$
- $m_3 = 77,470 \text{ gr}$
- $m_4 = 77,624 \text{ gr}$

Ditanya = ρ?

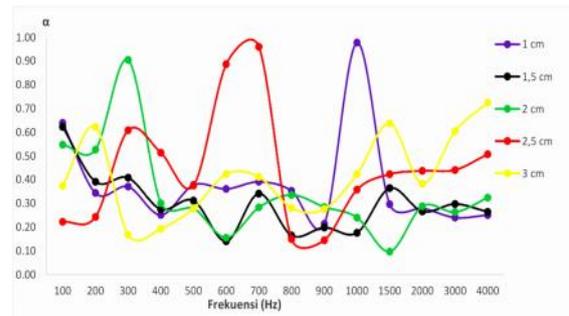
Dijawab =

$$\begin{aligned}
 &= \frac{m_2 - m_1}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)} \times \rho_{\text{aquades}} \\
 &= \frac{28,252 \text{ gr} - 27,782 \text{ gr}}{(77,624 - 27,782) - (77,470 - 28,252)} \times (0,997 \text{ gr}/\text{cm}^3) \\
 &= \frac{0,47 \text{ gr}}{49,842 \text{ gr} - 49,218 \text{ gr}} \times (0,997 \text{ gr}/\text{cm}^3) \\
 &= 0,75 \text{ gr}/\text{cm}^3
 \end{aligned}$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Serap Bunyi

Pengujian serap suara dilakukan pada tanggal 15 juni 2019 sampai tanggal 18 juni 2019 pada jam 01.00 WITA. Noise absorption test dilakukan pada masing-masing ketebalan spesimen 1, 1,5, 2, 2,5, 3 cm, pengujian ini dilakukan menggunakan tabung impedansi dua microphone sesuai standart ASTM E 1050 : 1998 [4]. Penelitian dilakukan pada frekuensi yang telah ditentukan yaitu dari 100 Hz sampai 4000 Hz dengan menggunakan *software* Audacity.



Gambar 2. Grafik pengujian serap bunyi

Tabel 2 Nilai Koefisien Serap Bunyi *Biokomposit*

Frekuensi	Noise Absorption Coefficient(NAC)				
	Ketebalan Spesimen				
	1 cm	1.5 cm	2 cm	2.5 cm	3 cm
100	0.64	0.62	0.55	0.22	0.37
200	0.34	0.39	0.53	0.24	0.62
300	0.37	0.41	0.91	0.61	0.17
400	0.25	0.28	0.30	0.51	0.19
500	0.38	0.31	0.28	0.38	0.28
600	0.36	0.14	0.16	0.89	0.42
700	0.39	0.34	0.28	0.96	0.41
800	0.35	0.16	0.34	0.15	0.28
900	0.21	0.20	0.28	0.14	0.28
1000	0.98	0.18	0.24	0.36	0.42
1500	0.03	0.36	0.10	0.42	0.64
2000	0.28	0.27	0.29	0.44	0.38
3000	0.24	0.30	0.26	0.44	0.60
4000	0.25	0.26	0.32	0.51	0.72
NAC Tertinggi	0.98	0.62	0.91	0.96	0.72
NAC Terendah	0.03	0.14	0.10	0.14	0.17

Pada tabel 2 nilai koefisien serap bunyi *biokomposit* yang telah dilakukan pengujian menunjukkan harga sebagian sudah memenuhi syarat ISO 11654 yaitu nilai α lebih dari 0,15. Namun, ada beberapa spesimen yang belum memenuhi persyaratan tersebut. Spesimen yang belum memenuhi persyaratan tersebut pada frekuensi tertentu adalah yang mempunyai tanda merah yang ditunjukkan pada tabel 2, sedangkan nilai koefisien serap bunyi yang tidak bertanda merah pada tabel 2 adalah *biokomposit* yang mempunyai α yang mampu dijadikan sebagai peredam suara karena nilai α lebih dari 0,15.

Nilai koefisien serap bunyi terendah dan tertinggi untuk masing-masing *biokomposit* yaitu : spesimen dengan ketebalan 1 cm nilai terendah 0,03 pada frekuensi 1500 Hz dan nilai tertinggi 0,98 pada frekuensi 1000 Hz, spesimen dengan ketebalan 1,5 cm nilai terendah 0,14 pada frekuensi 600 Hz dan nilai tertinggi 0,62 pada frekuensi 100 Hz, spesimen dengan ketebalan 2 cm nilai terendah 0,10 pada frekuensi 1500 Hz dan nilai tertinggi 0,91 pada frekuensi 300 Hz, spesimen dengan ketebalan 2,5 cm nilai terendah 0,14 pada frekuensi 900 Hz dan nilai tertinggi 0,96 pada frekuensi 700 Hz, spesimen dengan ketebalan 3 cm nilai terendah 0,17 pada frekuensi 300 Hz dan nilai tertinggi 0,72 pada frekuensi 4000 Hz.

Peristiwa penyerapan bunyi terjadi akibat gelombang bunyi yang sampai dipermukaan menggetarkan pori-pori udara pada benda pengujian. Sebagian dari getaran tersebut terpantul kembali ke ruang, sebagian berubah menjadi panas dan sebagian lagi diteruskan ke bidang lain dari benda pengujian tersebut. Pada umumnya gelombang bunyi dengan frekuensi rendah yang merambat di dalam tabung memiliki gelombang yang panjang sehingga bunyi lebih banyak dipantulkan dari pada diserap. Kemampuan serap bunyi ada tiga faktor yaitu : ketebalan, pori-pori udara spesimen dan kerapatan spesimen.

Pencampuran prosentase 30% resin dan 70% serbuk ampas tebu mempengaruhi karakteristik pengujian serap bunyi dimana semakin banyak resin yang digunakan akan mempunyai kecenderungan untuk memantulkan gelombang bunyi, hal ini dikarenakan spesimen cenderung memiliki rongga yang lebih kecil, karena sifat dari matrik sebagai perekat. Setiap material komposit mempunyai sifat akustik yang berbeda-beda. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan dengan menggunakan ketebalan spesimen 1 cm dengan volume 30% getah pinus dan 70% ampas tebu menunjukkan nilai terendah 0,36 pada frekuensi 100 Hz dan nilai tertinggi 0,69 pada frekuensi 4000 Hz. Hal ini menunjukkan bahwa sifat serap suara dari matrik getah pinus lebih baik dari pada resin Yucalak C-108 B dengan perbandingan volume dengan ketebalan spesimen 1 cm.

3.2 Pengujian Porositas

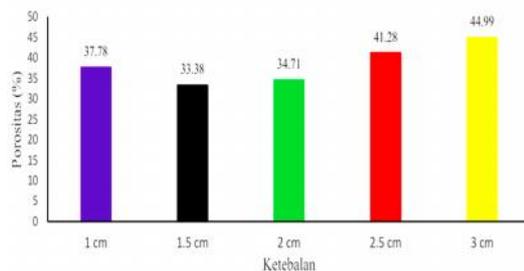
Pengujian porositas untuk setiap variasi ketebalan menggunakan 3 sampel lalu dicari rata-ratanya. Spesimen yang digunakan adalah spesimen yang digunakan pada pengujian serap bunyi. Pengujian porositas mengacu pada ketentuan ASTM D570-98 dimana seperti tabel dibawah ini adalah hasil dari pengujian porositas pada spesimen *biokomposit*.

Gambar 3 dapat dilihat bahwa variasi ketebalan spesimen dengan volume 30% resin dan 70% ampas tebu memiliki nilai porositas yang berbeda-beda dengan nilai paling besar yaitu pada ketebalan 3 cm sebesar 44,99 %, sedangkan paling rendah adalah ketebalan 1,5 cm sebesar 33,38 %. Tingkat serapan bunyi yang dihasilkan oleh masing masing sampel berbeda, dipengaruhi oleh kerapatan dan pori-pori

udara dalam sampel tersebut. Semakin besar kerapatan, energi bunyi akan sulit menembus material tersebut karena porositasnya kecil, kecepatan partikel bunyi kecil dan impedansinya besar sehingga bunyi lebih banyak dipantulkan dari pada diserap [5].

Tabel 3 Hasil pengujian porositas

Tebal	Sampel	Massa Basah (gr)	Massa Kering (gr)	P(%)
1 cm	a	4.29	3.11	37.94
	b	4.51	3.34	35.03
	c	4.59	3.27	40.37
	Rata-rata			37.78
1,5 cm	a	6.28	4.66	34.76
	b	6.06	4.66	30.04
	c	6.09	4.5	35.33
	Rata-rata			33.38
2 cm	a	7.15	5.1	40.20
	b	7.13	5.48	30.11
	c	9.18	6.86	33.82
	Rata-rata			34.71
2,5 cm	a	10.54	7.59	38.87
	b	9.04	6.24	44.87
	c	11.25	8.03	40.10
	Rata-rata			41.28
3 cm	a	14.45	9.93	45.52
	b	12.17	8.47	43.68
	c	11.88	8.15	45.77
	Rata-rata			44.99



Gambar 3. grafik pengujian porositas pada seluruh spesimen

Gambar 3 diatas menunjukkan bahwa besarnya porositas pada spesimen mempengaruhi nilai koefisien serap bunyi dimana pada ketebalan 3 cm dengan porositas rata-rata sebesar 44,99 % material tersebut mampu dijadikan sebagai material peredam suara karena mempunyai nilai α lebih dari 0,15. Sedangkan pada spesimen lain masih terdapat beberapa nilai α yang belum memenuhi syarat peredam suara meskipun hanya pada frekuensi tertentu sesuai tabel 2 yang bertanda merah. Walaupun demikian nilai porositas pada spesimen tersebut jika kita bandingkan dengan NAC rata-rata pada tiap spesimen seperti tabel 4.3 sebenarnya pada setiap spesimen mampu untuk menjadi material peredam suara karena NAC dari tiap spesimen material tersebut seluruhnya sesuai ketentuan ISO 11654 yaitu nilai α lebih dari 0,15.

Tabel 4 Perbandingan Porositas, NAC, dan Klasifikasi peredam suara

Tebal (cm)	Porositas rata-rata (%)	NAC rata-rata (α)	Sound absorption class
1	37,78	0,30	D
1,5	33,38	0,30	D
2	34,71	0,34	D
2,5	41,28	0,45	D
3	44,99	0,38	D

4. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan tersebut maka diperoleh hasil kesimpulan sebagai berikut:

1. Besarnya porositas pada spesimen mempengaruhi nilai koefisien serap bunyi dimana pada ketebalan 3 cm dengan porositas rata-rata sebesar 44,99 % material tersebut mampu dijadikan sebagai material peredam suara karena mempunyai nilai α lebih dari 0,15. Sedangkan nilai porositas yang terendah adalah 33,38 % pada ketebalan 1,5 cm.
2. Hasil penelitian pengujian serap bunyi yang dilakukan terhadap *biokomposit* serbuk ampas tebu dengan polyester terhadap nilai koefisien serap bunyi memiliki karakteristik kemampuan serap bunyi yang fluktuatif. Nilai koefisien yang terendah yaitu pada spesimen dengan ketebalan 1 cm yaitu 0,03 pada frekuensi 1500 Hz dan nilai koefisien yang tertinggi yaitu sebesar 0,96 pada frekuensi 700 Hz pada spesimen dengan ketebalan 2,5 cm.

Daftar Pustaka

- [1] Balaji, A., B. Kartthikeyan, dan Sundar Raj, 2014, *Bagasse Fiber The Future Biocomposite Material : A Review*. International Journal Of Chemtech Research. 7:223-233
- [2] Ariawan, I. P. S., Kencanawati, C. I. P. K., Sugita, I. K. G., 2018, *Pengaruh Fraksi Volume Green Composite Ampas Tebu Terhadap Koefisien Serap Bunyi, Densitas, dan Porositas*, Proceeding Koferensi Nasional Engineering Perhotelan IX-2018 (169-173) ISSN 2338-414 X
- [3] Surya, L.A.P., 2018, *Pengaruh Variasi Ketebalan Panel Green Composite Serbuk Ampas Tebu Dengan Matrik Getah Pinus Terhadap Koefisien Serap Bunyi*, in Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana, Bali
- [4] ASTM E1050-98, 1998, *Standard test method for impedance and absorption of acoustical material using tube, two microphone and a digital frequency analysis system*: American Society for testing and material.

- [5] Dharmantya, M.W.,2010, *Pengaruh Porositas Pada Tingkat Redaman Suara Papan Partikel Serbuk Sekam Padi*, Jurusan Teknik Mesin. 2010, Universitas Diponegoro, Semarang.

