

PEMBUATAN *POROUS ABSORBER* PANEL PENGENDALI KEBISINGAN SUARA DARI SABUT KELAPA DAN SERAT LIMBAH PET (*SHOODY FIBER*)

POROUS ABSORBER OF NOISE CONTROL PANEL MANUFACTURING FROM COCONUT FIBER AND PET WASTE FIBER (SHOODY FIBER)

Saeful Islam¹, Mochammad Danny Sukardan¹, Eva Novarini¹, Farri Aditya²

¹Balai Besar Tekstil, Jl. A. Yani. 390 Bandung

E-mail: saeful.islm@gmail.com

²Rekadaya Multi Adiprima, Jl. Nusa Indah No.55 Ds. Nagrek. Gn. Putri. Bogor

E-mail: info@rekadaya.com

Tanggal diterima: 12 Oktober 2018, direvisi: 14 Desember 2018, disetujui terbit: 17 Desember 2018

ABSTRAK

Paparan kebisingan dapat memberikan efek negatif pada manusia berupa gangguan pendengaran, gangguan tidur, penyakit tekanan darah tinggi dan gangguan jantung, gangguan pernafasan dan metabolisme tubuh, gangguan kesehatan mental serta gangguan kognitif, sehingga diperlukan upaya pengendalian kebisingan. Upaya pengendalian kebisingan dilakukan dengan pembuatan *porous absorber* panel pengendali kebisingan dengan memanfaatkan sumber daya alam yang melimpah berupa sabut kelapa, pemanfaatan serat PET dari limbah tekstil (*shoody fiber*) dan *low melt* poliester. Dari hasil uji diperoleh bahwa semua kombinasi memenuhi kriteria absorpsi suara dari kelas B s.d. E, dan hasil absorpsi maksimum yaitu koefisien absorpsi 0,88 diperoleh kombinasi tiga *layer* antara 50% sabut kelapa, 20% *shoody fiber*, dan 30% *low melt* poliester.

Kata kunci : serat sabut kelapa, serat limbah PET, komposit, *porous absorber*, panel pengendali kebisingan.

ABSTRACT

Noise exposure could have a negative effect on humans in the form of hearing loss, sleep disturbances, high blood pressure and heart problems, respiratory and metabolic disorders, mental health disorders and cognitive impairment. So noise control efforts are needed. Noise control efforts was carried out by making porous absorber of noise control panel by utilizing abundant natural resources in the form of coconut fiber, utilization of PET fiber from textile waste (shoody fiber) and low melt polyester. From the test results obtained that all combinations meet the criteria for sound absorption from class B to E, and the results of maximum absorption are 0.88 absorption coefficient obtained by a combination of three layers between 50% coconut fiber, 20% shoody fiber and 30% low melt polyester.

Keywords: *coconut fiber, PET waste fiber, composite, porous absorber, noise control panel.*

PENDAHULUAN

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.¹ Kebisingan dapat terjadi di pemukiman,² jalan raya³, perkantoran,⁴ pabrik,⁵ rumah sakit,⁶ bandara,⁷ tempat pendidikan, dan sebagainya. Kebisingan seringkali dianggap sebagai ancaman yang sepele, padahal di sisi lain dapat berdampak buruk pada kesehatan baik dalam

jangka pendek maupun jangka panjang Paparan kebisingan dapat memberikan efek negatif pada manusia berupa gangguan pendengaran,⁸ gangguan tidur,⁹ penyakit tekanan darah tinggi¹⁰ dan gangguan jantung,¹¹ gangguan pernafasan dan metabolisme tubuh,¹² gangguan kesehatan mental serta gangguan kognitif.¹³ Selain intensitas kebisingan, durasi paparannya pun mempunyai dampak bagi kesehatan, seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekomendasi dosis paparan maksimum untuk tiap tingkat bising¹⁴

Level Kebisingan (dBA)	Durasi Paparan Maksimum per 24 Jam	Level Kebisingan (dBA)	Durasi Paparan Maksimum per 24 Jam
85	8 jam	112	56 detik
88	4 jam	115	28 detik
91	2 jam	118	14 detik
94	1 jam	121	7 detik
97	30 menit	124	3 detik
100	15 menit	127	1 detik
103	7 menit 30 detik	130–140	Kurang dari 1 detik
106	3 menit 45 detik	140	TIDAK BOLEH TERPAPAR

Masalah kebisingan dapat diatasi dengan berbagai cara/intervensi yaitu intervensi sumber, intervensi jalur, intervensi perubahan infrastruktur, intervensi tidak langsung.¹⁵ Cara paling mudah untuk melakukan intervensi dalam menangani kebisingan lingkungan adalah dengan menggunakan intervensi jalur. Cara ini hanya melakukan modifikasi pada jalur antara sumber suara dan penerima (*receiver*) atau dengan mengendalikan jalur melalui insulasi antara penerima dan hunian penerima.¹⁵

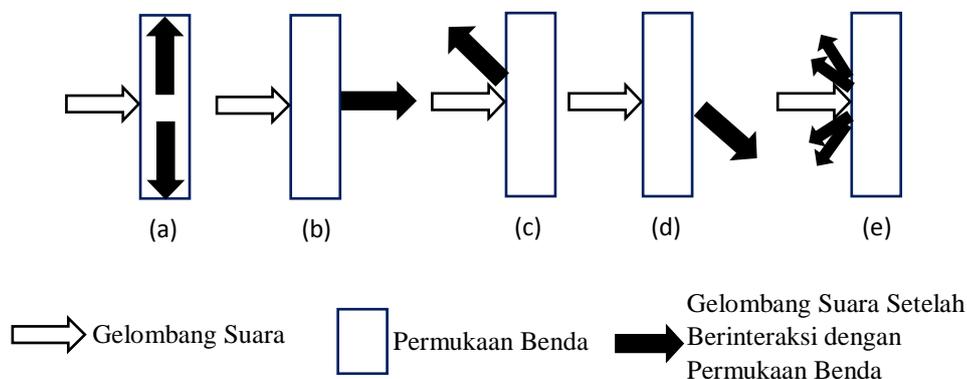
Prinsip pengurangan energi gelombang suara sebelum sampai ke penerima yaitu: penyerapan suara, peredaman suara, pengisolasian suara, dan pengisolasian getaran. Beberapa material dapat menyerap energi suara dan terselubung menjadi panas. Bahan berpori paling cocok untuk tujuan ini. Bahan-bahan umum yang digunakan untuk penyerapan suara termasuk struktur berserat, busa sel terbuka, *fiberglass*, dan ubin berbasis timah.¹⁶

Gelombang suara berinteraksi dengan material atau permukaan benda dan dapat diserap, ditransmisikan, dipantulkan, dibiaskan atau didifraksi dari permukaan tergantung pada jenis permukaannya.¹⁷

Bahan baku pengendali kebisingan suara yang terdapat di pasaran umumnya berasal dari

bahan sintetik seperti *fiberglass*, *vinyl acetate*, *butyl rubber*, *foam urethane*, dan lain-lain. Material sintetik ini memiliki sifat akustik (kemampuan meredam suara) yang cukup baik, namun sebagian besar material tersebut masih berupa produk impor dan limbah buangnya akan menjadi beban cemaran berat bagi lingkungan.

Serat sabut kelapa memiliki sifat *porous* yang cukup baik yang merupakan persyaratan utama untuk penyerapan suara pada produk pengendali kebisingan suara. Selain itu sabut kelapa mudah terurai dan terbiodegradasi, serta merupakan sumber daya alam lokal yang melimpah yang belum dimanfaatkan secara optimal. Luas area perkebunan kelapa yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia pada tahun 2015 adalah 3,6 juta Ha dengan 35 juta Ha merupakan perkebunan rakyat.¹⁸ Untuk mengatasi masalah kebisingan dengan bahan baku lokal maka dilakukan penelitian pembuatan *porous absorber* panel pengendali kebisingan dari serat sabut kelapa, serat limbah PET (*shoddy fiber*), dan *low melt* PES. Beberapa penelitian terkait yang telah dilakukan diantaranya: komposit sabut kelapa dengan resin epoksi,¹⁹ resin *fenolformaldehyde*,²⁰ dan lem kanji.²¹



Gambar 1. Interaksi gelombang suara pada permukaan benda (a) *absorption*, (b) *transmission*, (c) *reflection*, (d) *refraction*, (e) *diffraction*

Bahan baku pengendali kebisingan suara yang terdapat di pasaran umumnya berasal dari bahan sintetik seperti *fiberglass*, *vinyl acetate*, *butyl rubber*, *foam urethane*, dan lain-lain. Material sintetik ini memiliki sifat akustik (kemampuan meredam suara) yang cukup baik, namun sebagian besar material tersebut masih berupa produk impor dan limbahnya akan menjadi beban cemaran berat bagi lingkungan.

Serat sabut kelapa memiliki sifat *porous* yang cukup baik yang merupakan persyaratan utama untuk penyerapan suara pada produk pengendali kebisingan suara. Selain itu sabut kelapa mudah terurai dan terbiodegradasi, serta merupakan sumber daya alam lokal yang melimpah yang belum dimanfaatkan secara optimal. Luas area perkebunan kelapa yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia pada tahun

2015 adalah 3,6 juta Ha dengan 35 juta Ha merupakan perkebunan rakyat.¹⁸ Untuk mengatasi masalah kebisingan dengan bahan baku local maka dilakukan penelitian pembuatan *porous absorber* dari serat sabut kelapa *filler* panel pengendali kebisingan.

METODE

Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *porous absorber* panel pengendali kebisingan suara adalah sabut kelapa, *low melt* PET (LM-PET), dan *shoody fiber* PET (SF-PET). SF-PET merupakan limbah kain tekstil yang diolah kembali menjadi serat. Bahan baku yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan komposisinya dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 2. Bahan *porous absorber* panel pengendali kebisingan suara

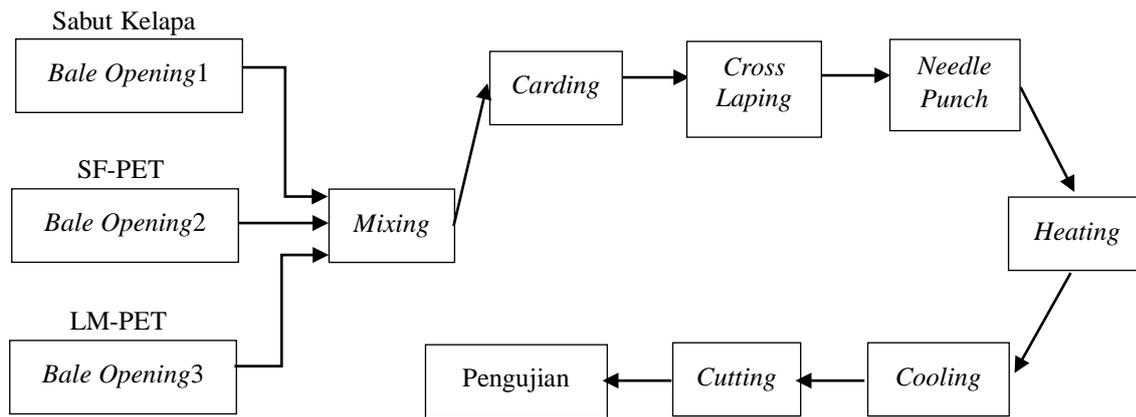
Tabel 2. Komposisi bahan baku

Komposit	Jenis Serat			Ket
	Sabut Kelapa	LM-PET	SF-PET	
A	80	10	10	2 Carding
B	50	20	30	1 Carding
C	50	20	30	2 Carding
D	80	20	-	1 Carding
E	80	20	-	2 Carding

Proses

Proses pembuatan *porous absorber* pengisi panel pengendali kebisingan dimulai dengan proses pembukaan gumpalan-gumpalan serat pada mesin *Bale Opening*. Serat sabut kelapa, serat SF-PET dan serat LM-PET yang telah terbuka kemudian dicampur sesuai komposisi bahan baku pada mesin *Mixing*. Setelah serat tercampur, serat dibuat lembaran-lembaran tipis (*web*) di mesin *Carding*. Kemudian lembaran-lembaran *web* dirangkap untuk mendapatkan ketebalan tertentu pada mesin *Cross Lapping*. Konsolidasi antar serat dalam lembaran-lembaran *web* dilakukan pada

mesin *Needle Punch*. Dengan pemanasan pada mesin *Heating*, maka serat LM-PET akan meleleh dan mengikat antar serat ketika telah didinginkan pada mesin *Cooling*. Maka terbentuklah komposit dari serat sabut kelapa, dan SF-PET dengan tebal dan kerapatan tertentu yang kemudian dipotong pada mesin *Cutting* untuk mendapatkan ukuran yang diharapkan. Komposit yang dihasilkan kemudian diuji untuk mengetahui sifat-sifat dan fungsinya. Bagan alir proses pembuatan *porous absorber filler* panel pengendali kebisingan suara dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan alir proses pembuatan *porous absorber* panel pengendali kebisingan

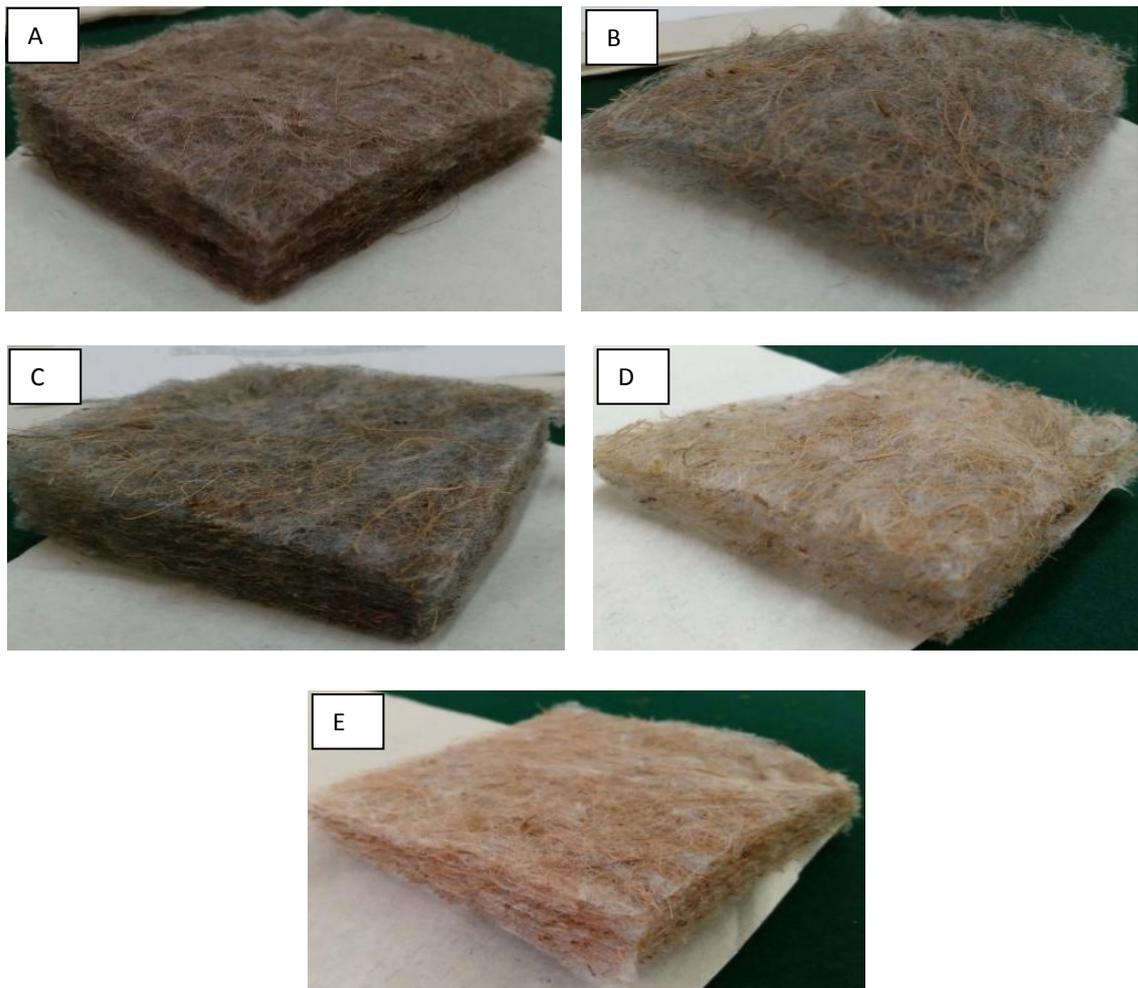
Pengujian

Pengujian yang dilakukan meliputi uji komposisi,²² tebal,²³ uji berat,²⁴ uji tahan api,^{25,26} dan uji absorpsi suara.²²

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposit yang dibuat dalam 5 variasi komposisi yang terdiri dari sabut kelapa, SF-PET, dan LM-PET (Gambar 4) dan sebagai pembanding

adalah komposit *nonwoven* peredam suara yang ada di pasaran yaitu *rockwool* dan *glasswool*. Hasil uji komposisi komposit *nonwoven* secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3, hasil uji gramasi dan ketebalan komposit A, B, C, D, E, dilihat pada Tabel 4 sedangkan hasil uji ketahanan api vertikal dapat dilihat pada Tabel 5, serta koefisien absorpsi suara dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 4. Komposit *porous absorber* pengendali kebisingan

Tabel 3. Hasil uji komposisi komposit *porous absorber* panel pengendali kebisingan

Komposit	Jenis Serat (%)	
	Sabut Kelapa	SF-PET + LM-PET
A	47,4	52,6
B	49,9	50,1
C	59,2	40,8
D	71,2	28,9
E	69,5	30,5

Tabel 4. Gramasi dan ketebalan

Jenis Uji	Komposit				
	A	B	C	D	E
Gramasi (g/m ²)	642,6	213,9	614	246,8	657,6
Tebal (cm)	15,72	18,6	17,51	14,01	15,51

Tabel 5. Hasil uji tahan api secara vertikal

Komposit	Waktu Nyala	Waktu Bara	Panjang Arang
A	0	25,0	0,5
B	0	33,8	30,0
C	0	39,6	2,6
D	0	57,0	10,6
E	0	64,0	0,6
Rockwool ²⁸	0	0,0	0,0
Glasswool ²⁸	0	0,0	0,0

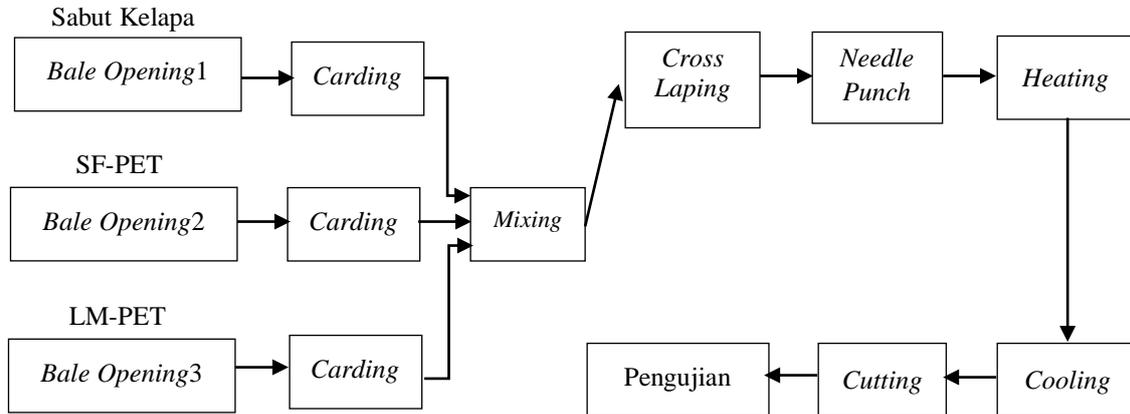
Tabel 6. Koefisien Absorpsi Suara

Frekuensi (Hz)	Koefisien Absorpsi Suara											
	A	B	C	D	E	C [2L]	E [2L]	C [3L]	E [3L]	Glasswool ²⁸	Rockwool ²⁸	
80	0,06	0,05	0,08	0,04	0,19	0,07	0,14	0,12	0,16	0,1	0,06	
100	0,07	0,07	0,04	0,08	0,1	0,09	0,17	0,12	0,12	0,05	0,08	
125	0,08	0,06	0,08	0,07	0,09	0,1	0,1	0,14	0,1	0,08	0,1	
160	0,08	0,07	0,08	0,09	0,1	0,06	0,1	0,14	0,13	0,08	0,12	
200	0,09	0,08	0,09	0,07	0,08	0,13	0,1	0,14	0,15	0,11	0,16	
250	0,09	0,09	0,09	0,08	0,13	0,15	0,23	0,22	0,18	0,15	0,19	
315	0,1	0,16	0,13	0,08	0,09	0,17	0,16	0,22	0,19	0,14	0,22	
400	0,12	0,08	0,12	0,08	0,08	0,18	0,18	0,27	0,23	0,18	0,27	
500	0,14	0,09	0,13	0,1	0,08	0,22	0,16	0,33	0,27	0,21	0,51	
630	0,12	0,1	0,14	0,11	0,1	0,24	0,2	0,4	0,32	0,26	0,6	
800	0,13	0,1	0,15	0,08	0,11	0,28	0,23	0,48	0,37	0,31	0,7	
1000	0,14	0,08	0,15	0,09	0,12	0,34	0,28	0,58	0,46	0,38	0,78	
1250	0,12	0,1	0,18	0,09	0,13	0,34	0,29	0,56	0,52	0,39	0,81	
1600	0,13	0,11	0,2	0,08	0,14	0,34	0,33	0,53	0,59	0,38	0,83	
2000	0,14	0,13	0,22	0,09	0,16	0,39	0,4	0,62	0,69	0,44	0,84	
2500	0,15	0,14	0,27	0,09	0,19	0,47	0,51	0,74	0,8	0,54	0,86	
3150	0,18	0,17	0,33	0,13	0,23	0,58	0,65	0,83	0,85	0,64	0,87	
4000	0,22	0,19	0,42	0,18	0,31	0,7	0,74	0,88	0,82	0,75	0,88	
5000	0,29	0,25	0,52	0,22	0,4	0,78	0,77	0,85	0,77	0,83	0,89	
6300	0,28	0,06	0,4	0,05	0,03	0,71	0,72	0,83	0,83	0,77	0,93	

PEMBAHASAN

Apabila kita membandingkan bahan baku pada Mesin *Mixing* seperti pada Tabel 2, dengan komposisi komposit yang dihasilkan pada Tabel 3, terdapat perbedaan. Hal ini terjadi karena perbedaan massa jenis sabut kelapa²⁹ berkisar 1440 kg/m³ dan massa jenis poliester³⁰ 1380 kg/cm³ sedangkan penyuaian mesin *Carding* dari mesin

Mixing menggunakan hisapan udara, sehingga komposisi web *Carding* menjadi berubah. Apabila diinginkan komposisi yang tidak berubah maka proses *Mixing* dilakukan setelah proses pembentukan lembaran web *Carding*, sehingga komposisi dapat diatur dengan mengatur lembaran web *Carding*. Prosesnya ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Modifikasi Bagan Alir Proses Pembuatan *Porous Absorber Filler* Panel Pengendali Kebisingan

Densitas komposit dapat dihitung berdasarkan gramasi dan ketebalan komposit dengan persamaan (1), dimana ρ adalah densitas (kerapatan) komposit dalam g/m³, G adalah gramasi komposit dalam g/m², dan t ketebalan komposit dalam m. Sedangkan besarnya gramasi *rockwool* dan *glasswool* dapat dilihat pada Tabel 7. Perbandingan densitas (kerapatan) antara komposit dari sabut kelapa dengan *rockwool* dan *glasswool* dapat dilihat pada Gambar 6.

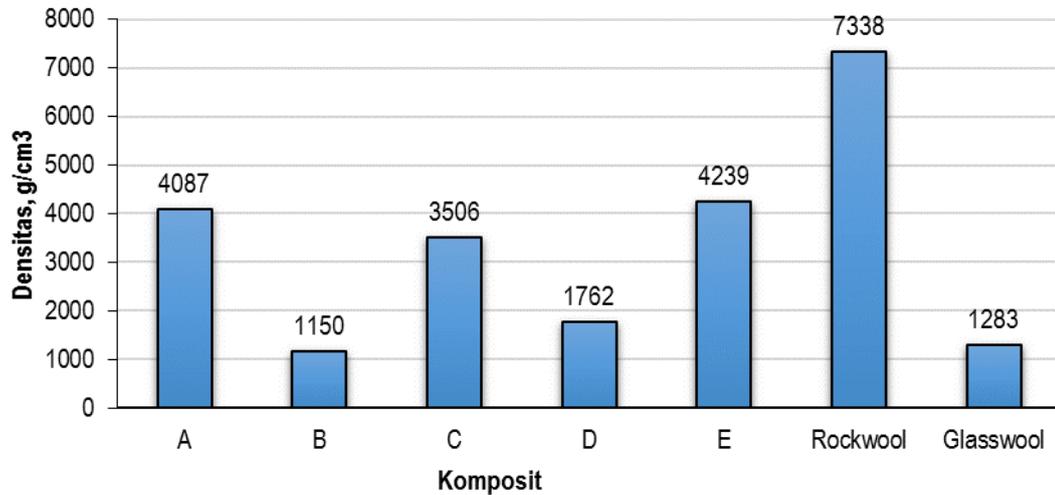
$$\rho = \frac{G}{t} \dots\dots\dots (1)$$

Pada Gambar 6, terlihat bahwa *rockwool* memiliki kerapatan yang paling tinggi, sedangkan komposit dengan kode A, kode Ce, kode Ee memiliki kerapatan yang tidak jauh berbeda. *Glasswool* memiliki kerapatan yang tidak jauh berbeda dengan komposit kode B dan kode D.

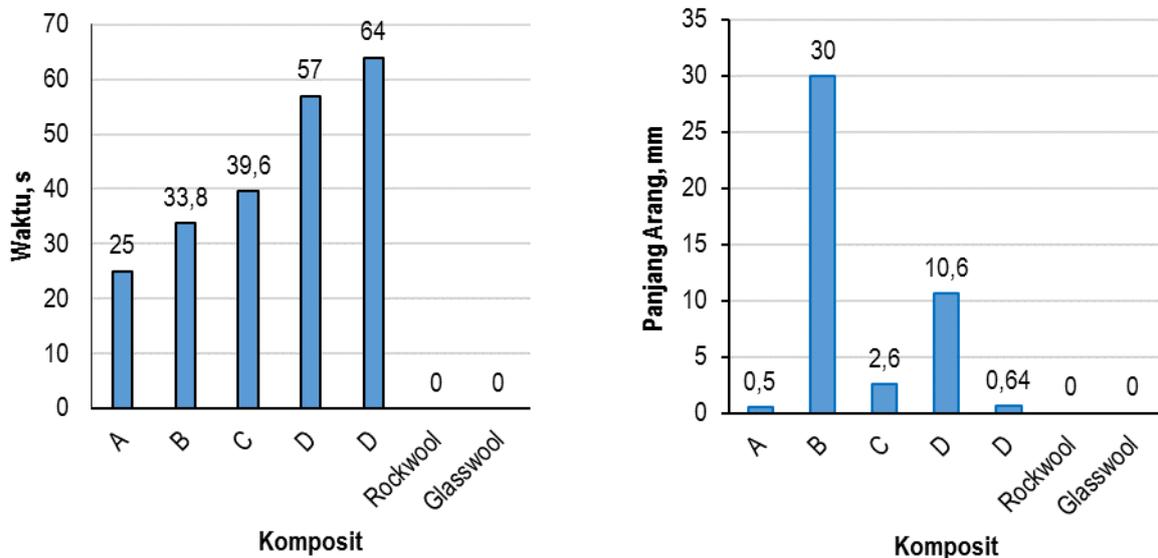
Tabel 7. Hasil uji *rockwool* dan *glasswool*²⁸

No	Jenis uji	Glasswool	Rockwool
1	Gramasi, g/m ²	2343,2	388,6
2	Tebal, mm	31,93	30,29
3	Uji tahan api vertikal :		
	-waktu nyala, s	0	0
	-waktu bara, s	0	0
	-panjang arang, mm	0	0

Hasil uji ketahanan api vertikal *flammability* sesuai dengan SNI 08-1512-1989 dapat dilihat pada Gambar 7. Pada Gambar 7 terlihat bahwa setelah contoh uji dibakar selama 12s, kemudian sumber api dihilangkan, semua komposit memiliki waktu nyala yang sama yaitu langsung padam. Komposit A sampai komposit E mempunyai waktu bara 25s sampai 64s, dan panjang arang yang bervariasi. Sedangkan *rockwool* dan *glasswool* tidak memiliki waktu bara dan tidak berarang. Hal ini menunjukkan bahwa komposit A waktu dibakar selama 12s terbakar, tetapi langsung padam ketika sumber api dihilangkan, menyisakan bara selama 25s dan menghasilkan arang sepanjang 0,5 mm. Begitu pula dengan komposit lainnya. Lain halnya dengan *rockwool* dan *glasswool* yang tidak terbakar, sehingga tidak ada bara dan tidak menyisakan arang. Sehingga untuk menyamai tahan api *rockwool* dan *glasswool*, maka komposit yang dibuat perlu dilakukan perlakuan atau penambahan zat tahan api.



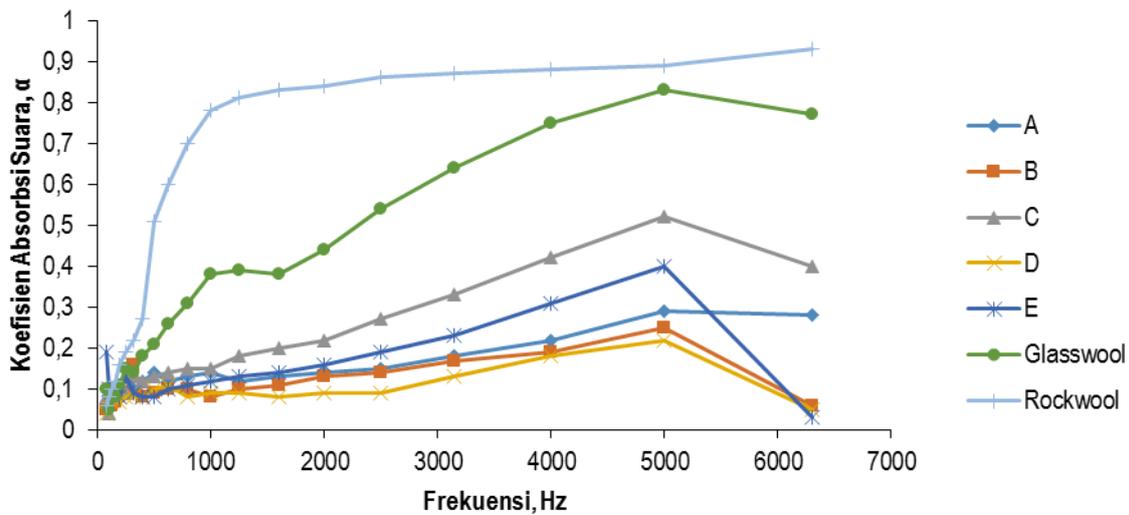
Gambar 6. Kerapatan (densitas) komposit *porous absorber* panel pengendali kebisingan suara



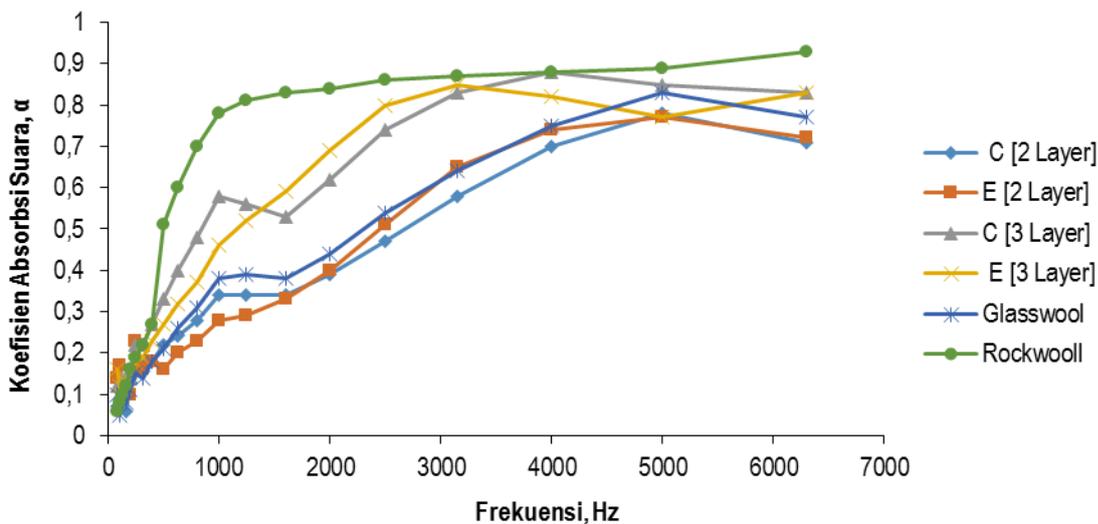
Gambar 7. Uji *vertical flammability*: a) waktu bara; b) panjang arang.

Pada Gambar 8, terlihat bagaimana koefisien absorpsi komposit yang dibuat mempunyai peredaan yang cukup jauh jika dibandingkan dengan peredam suara yang ada di pasaran yaitu *rockwool* dan *glasswool*. Tetapi setelah dilakukan perangkapan maka koefisien absorpsinya mendekati koefisien absorpsi *rockwool* dan *glasswool*, sebagaimana yang terlihat pada Gambar 9.

Suatu benda dapat dikatakan sebagai *sound absorber* apabila memiliki koefisien absorpsi suara (α) maksimum $> 0,15$.³¹ Pada Tabel 6, terlihat bahwa semua komposit yang dibuat mempunyai koefisien absorpsi (α) maksimum $> 0,15$ yang secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 8 dan frekuensi yang bekerja pada $\alpha > 0,15$ dapat dilihat pada Tabel 9.



Gambar 8. Koefisien absorpsi suara untuk *single layer specimen*



Gambar 9. Koefisien absorpsi suara untuk *multiple layers specimen*

Dengan melihat Tabel 8, seluruh komposit mempunyai kelas B-E. Komposit yang daya absorbansi mendekati atau melampaui produk peredam suara yang ada di pasaran yaitu *rockwool* dan *glasswool* adalah komposit 2C, 3C, 2E, dan 3E. *Glasswool* dapat menyebabkan kulit gatal atau perih seperti tertusuk jarum. Apabila serbuk kaca tersebut tersedot masuk ke paru-paru, akan melukai serabut paru-paru yang halus. Serabut tersebut tidak bisa dikeluarkan. *Glasswool* juga bersifat menyerap uap air. Dalam keadaan lembab,

kemampuan meredam suara *glasswool* menjadi berubah. *Glasswool* yang lembab akan berjamur dan beratnya menjadi 5 – 7x berat aslinya. Kelembaban *glasswool* juga berdampak pada umur yang mana *glasswool* akan mudah menjadi lapuk dan hancur seperti pasir. Sedangkan sabut kelapa mempunyai harga yang lebih murah bila dibanding dengan *glasswool* dan *rockwool*, aman bagi kesehatan dan juga tahan lama, disamping *biodegradable*.

Tabel 8. Frekuensi yang bekerja pada koefisien absorpsi maksimum

No	Komposit	Frekuensi [Hz]	α maksimum	Sound absorption class ³¹
1	A	5000 – 6300	0,29	E
2	B	4000 – 5000	0,25	E
3	C	4000 – 5000	0,52	D
4	C [2L]	4000 – 6300	0,78	C
5	C [3L]	4000 – 5000	0,88	B
6	D	4000 – 5000	0,22	E
7	E	4000 – 5000	0,40	D
8	E [2L]	4000 – 6300	0,77	C
9	E [3L]	3150 – 6300	0,85	B
10	Rockwool	5000 – 6300	0,83	B
11	Glasswool	5000 – 6300	0,89	B

Pada Tabel 9, terlihat bahwa komposit yang dapat digunakan untuk peredaman suara dengan frekuensi yang panjang adalah komposit C (800Hz-6300Hz), C dua layer (250Hz – 6300Hz), C tiga layer (250Hz – 6300Hz), E dua layer (250Hz – 6300Hz), E tiga layer (250Hz – 6300Hz).

Tabel 9. Frekuensi yang bekerja pada $\alpha > 0,15$

No	Variasi	Frekuensi [Hz]
1	A	2500 – 6300
2	B	3150 – 5000
3	C	800 – 6300
4	C [2L]	250 – 6300
5	C [3L]	250 – 6300
6	D	4000 – 5000
7	E	2000 – 5000
8	E [2L]	250 – 6300
9	E [3L]	200 – 6300
10	Rockwool	200 – 6300
11	Glasswool	400 – 6300

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pembuatan *porous absorber* pengendali kebisingan suara dari serat sabut kelapa dengan serat daur ulang limbah PET (*shoody fiber*) dan serat *low melt* PES, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- Komposit serat sabut kelapa, serat daur ulang limbah (*shoody fiber*), dan *low melt* PES dapat dibuat *porous absorber* sebagai *filler* panel pengendali kebisingan dengan beberapa kelebihan diantaranya pemanfaatan serat alam, *biodegradable*, pemanfaatan limbah (*shoody fiber*), aman, dan relatif lebih murah
- Maksimum koefisien absorpsi suara (α) yang diperoleh adalah sebagai berikut :
 - komposit sabut kelapa : SF-PET : LM-PET (80:10:10) dua *Carding* adalah 0,29

- komposit sabut kelapa : SF-PET : LM-PET (50:30:20) satu *Carding* adalah 0,25
- komposit sabut kelapa : SF-PET : LM-PET (50:30:20) dua *Carding* adalah 0,52
- komposit sabut kelapa : SF-PET : LM-PET (50:30:20) dua *Carding* 2 layer adalah 0,78
- komposit sabut kelapa : SF-PET : LM-PET (50:30:20) dua *Carding* 3 layer adalah 0,88,
- komposit sabut kelapa : low melt PES (80:20) satu *Carding* adalah 0,22,
- komposit sabut kelapa : LM-PET (80:20) dua *Carding* adalah 0,40,
- komposit sabut kelapa : LM-PET (80:20) dua *Carding* 2 layer adalah 0,77, dan
- komposit sabut kelapa : LM-PET (80:20) dua *Carding* 3 layer adalah 0,85.
- Komposit yang mempunyai koefisien absorpsi suara (α) yang tidak jauh berbeda dengan *glasswool* dan *rockwool* adalah :
 - komposit sabut kelapa : SF-PET : LM-PET (50:30:20) dua *Carding* 2 layer
 - komposit sabut kelapa : SF-PET : LM-PET (50:30:20) dua *Carding* 3 layer
 - komposit sabut kelapa : LM-PET (80:20) dua *Carding* 2 layer
 - komposit sabut kelapa : LM-PET (80:20) dua *Carding* 3 layer.
- Maksimum koefisien absorpsi suara (α) yang tertinggi adalah komposit sabut kelapa : *shoody fiber* : *low melt* PES (50:30:20) dua *Carding* 3 layer

SARAN

Komposit sabut kelapa, SF-PET, LM-PET dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk digunakan pada otomotif, isolasi panas, dan yang lainnya. Kelemahan sabut kelapa yang relatif mudah terbakar jika dibandingkan dengan

glasswool dan *rockwool* dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan penambahan zat anti bakar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT. Rekadaya Multi Adiprima, atas kerjasama yang telah dilakukan dalam menyediakan peralatan permesinan dalam penelitian ini.

PUSTAKA

1. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 Tentang: Baku Tingkat Kebisingan. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tentang: Baku Tingkat Kebisingan.* Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (1996).
2. Abbaspour, M., Karimi, E., Nassiri, P., and Reza, M. Hierarchical assessment of noise pollution in urban areas – A case study. *Transp. Res. PART D* **34**, 95–103 (2015).
3. Jakovljevic, B., Paunovic, K., and Belojevic, G. Road-traffic noise and factors influencing noise annoyance in an urban population. *Environ. Int* **35** (3), 552-556 (2008).
4. Sundstrom, E., Town, J. P., Rice, R. W., Osborn, D. P., and Brill, M. Office Noise, Satisfaction, and Performance. *Environ. Behav.* **26**, 195–222 (1994).
5. Saputra, A. J. *Analisis Kebisingan Peralatan Pabrik Dalam Upaya Peningkatan Penataan Peraturan Keselamatan dan Kesehatan Kerja PT. Pupuk Kaltim.* Universitas Diponegoro. (2007).
6. Konkani, A. & Oakley, B. Noise in hospital intensive care units-a critical review of a critical topic. *J. Crit. Care* **27**, 522.e1-522.e9 (2012).
7. Schreckenber, D., Meis, M., Kahl, C., Peschel, C. & Eikmann, T. Aircraft Noise and Quality of Life around Frankfurt Airport. *Int. J. Environmntal Res. Public Heal.* **7**, 3382–3405 (2010).
8. Kujawa, S. G. & Liberman, M. C. Adding Insult to Injury: Cochlear Nerve Degeneration after ‘Temporary’ Noise-Induced Hearing Loss. *J. Neurosci.* **29**, 14077–14085 (2009).
9. Croy, I., Smith, M. G. & Waye, K. P. Effects of train noise and vibration on human heart rate during sleep: An experimental study. *BMJ Open* **3**, 1–10 (2013).
10. Reddy, P. B., and Jherwar, S. Effects Of Noise Pollution With Relation to Hypertension. *Trends Life Sci.* **1** (2), 30-33 (2012).
11. Babisch, W. *et al.* Noise annoyance - A modifier of the association between noise level and cardiovascular health? *Sci. Total Environ.* **452–453**, 50–57 (2013).
12. Recio, A., Linares, C., Banegas, J. R. & Díaz, J. Road traffic noise effects on cardiovascular, respiratory, and metabolic health: An integrative model of biological mechanisms. *Environ. Res.* **146**, 359–370 (2016).
13. Haines, M. M., Stansfeld, S. A., Job, R. F. S., Berglund, B. & Head, J. Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children. *Psychol. Med.* **31**, 265–277 (2001).
14. Center for Disease Control and Prevention National Institute for Occupational Safety and Health. *CRITERIA FOR A RECOMMENDED STANDARD: Occupatinal Noise Exposure Revised Criteria 1998.* DHHS (NIOSH) Publication, (1998).
15. Brown, A. L. Effects of Road Traffic Noise on Health: From Burden of Disease to Effectiveness of Interventions. *Procedia Environ. Sci.* **30**, 3–9 (2016).
16. Nayak, R., and Padhye, R. Acoustic textiles: An Introduction. In R. Padhye, and R. Nayak (Eds.), *Accoustic Textiles* (1–32). Springer Nature. (2016).
17. Qiu, X. Principles of Sound Absorbers. In R. Padhye, and R. Nayak (Eds.), *Accoustic Textiles* (43–72). Springer Nature. (2016).
18. Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian. *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kelapa 2015-2017.* Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian. (2016).
19. Eriningsih, R., Widodo, M. & Marlina, R. Pembuatan dan Karakterisasi Peredam Suara dari Bahan Baku Serat Alam. *Arena Tekst.* **29**, 1–8 (2014).
20. Kartikaratri, Y. M., Subagio, A. & Widiyandari, H. Pembuatan Komposit Serat Serabut Kelapa dan Resin Fenol Formaldehide Sebagai Material Peredam Akustik. *Berk. Fis.* **15**, 87–90 (2012).
21. Khuriati, A., Komaruddin, E. & Nur, M. Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien Penyerapan Bunyinya. *Berk. Fis.* **9**, 43–53 (2006).
22. BSN. *SNI 0264: Tekstil – Cara uji identifikasi serat pada bahan tekstil.* Badan Standardisasi

- Nasional Indonesia. (2015).
23. BSN. *SNI ISO 5084: Tekstil - Cara uji tebal tekstil dan produk tekstil*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2010).
 24. BSN. *SNI ISO 3801: Tekstil - Kain tenun - Cara uji berat kain per satuan panjang dan berat kain per satuan luas*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2010).
 25. ASTM. *D6413: Standard Test Method for Flame Resistance of Textiles (Vertikal Test)*. *ASTM International* (American Standard Testing and Material Testing International, 2013). doi:10.1520/D6413
 26. BSN. *SNI 08-1512: Cara uji tahan api bahan tekstil*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (1989).
 27. ISO. *ISO 10534-2(E): Acoustics — Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes — Part 2: Transfer-function method*. International Organization for Standardization. (1998).
 28. Mutia, T. *et al.* Pemanfaatan Limbah Serat Kapas dari Industri Pemintalan untuk Felt dan Papan Serat. *Arena Tekst.* **33**, 37–46 (2018).
 29. Rindrawan, F. N. F. *Karakteristik kekuatan komposit serabut kelapa dengan variasi arah serat*. Sanata Dharma. (2016).
 30. Ohta, Y., and Kajiwara, K. High performance fibers: structure, characteristics and identification. In M.M. Houck (Ed.), *Identification of textile fibers* 88–110. Cambridge UK: Woodhead Publishing Limited (2009).
 31. BS. *BS EN ISO 11654: Acoustics— Soundabsorbers for use in buildings— Rating of sound absorption*. British Standards Institution. (1997).
-

