

PENGEMBANGAN KOMPOSIT PANEL AKUSTIK BERBAHAN DASAR BIJI DAN KULIT KAPUK RANDU UNTUK MENINGKATKAN KOEFISIEN ABSORPSI BAHAN

Sahara*, Amirin Kusmiran

Program Studi Fisika

Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar

Jl. Sultan Alauddin No. 63, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. 92113

*E-mail: sahara.syamsuddin@uin-alauddin.ac.id

Abstrak: Cangkang dan biji *Ceiba pentandra* berpotensi menjadi sampah organik jika sampah tersebut tidak dikelola dengan baik. Dampak negatif dari cangkang dan biji *Ceiba pentandra* merugikan lingkungan yaitu pencemaran air dan udara. Masalah ini dapat diatasi dengan mengolah sampah menjadi material yang bernilai ekonomis yaitu panel akustik dari material alam. Selain itu, penggunaan panel akustik untuk mengurangi polusi udara dari gelombang suara. Pembuatan bahan baku tersebut dilakukan dengan teknik *hand lay-up* dengan menggunakan polimer poliester sebagai matriks dan cangkang dan biji sebagai serat. Bahan baku pabrikan telah dikeringkan selama 10 jam untuk mendapatkan pemadatan panel akustik yang optimal. Untuk mengetahui koefisien absorpsi panel akustik dilakukan pengukuran kebisingan dari panel akustik berbahan cangkang, biji kasar dan halus *Ceiba pentandra*, baik tanpa aluminium foil maupun dengan aluminium foil. Pengaruh jarak terhadap penyerapan suara dari berbagai sampel juga dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien serap tertinggi pada sampel dengan biji *Ceiba pentandra* adalah 0,356 dengan aluminium foil sedangkan tanpa aluminium foil adalah 0,255, koefisien serap tertinggi pada sampel dengan kulit *Ceiba pentandra* adalah 0,435 dengan aluminium foil sedangkan tanpa aluminium foil adalah 0,35. dan koefisien serap tertinggi pada sampel dengan biji *Ceiba pentandra* adalah 0,427 dengan aluminium foil sedangkan tanpa aluminium foil adalah 0,272. Dengan demikian, penambahan aluminium foil dapat meningkatkan koefisien penyerapan panel akustik.

Kata Kunci: aluminium foil, cangkang dan biji *Ceiba pentandra*, polimer poliester, teknik *hand lay-up*

PENDAHULUAN

Kebisingan merupakan salah satu polusi yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan, seperti darah tinggi, dan gangguan jantung (Münzel et al., 2014; Aluko et al., 2015). Hal ini terjadi apabila seseorang menerima kebisingan secara terus-menerus, dan spontan. Kebisingan dapat terjadi secara alami maupun buatan, seperti bunyi yang dihasilkan oleh gunung meletus dan mesin-mesin industri dengan intensitas yang melebihi 80 dB. Namun, intensitas tersebut dapat dikurangi dengan menggunakan bahan yang dapat menyerap bunyi sehingga intensitas bunyi yang terdengar dapat diredam. Kualitas dari bahan penyerap bunyi ditunjukkan dengan nilai koefisien absorpsi

baik pada material sintetik (Ali et al., 2018) maupun alami (Xiang et al., 2013; Yahya et al., 2017; Purnawati et al., 2018).

Penggunaan material alami terus dikembangkan sebagai pengganti material sintetik yang tidak ramah lingkungan untuk digunakan pada berbagai aplikasi di dunia industri, seperti di bidang otomotif, sebagaimana dinyatakan oleh Kusmiran et al. (2019). Panel akustik berbahan dasar kapuk randu terus dikembangkan, dan belum dimanfaatkan secara optimal karena hanya memanfaatkan serat kapuk randu. Sedangkan biji dan kulit kapuk randu belum dimanfaatkan untuk pembuatan panel komposit, padahal biji dan kulit mempunyai kemampuan tahan terhadap kondisi lembab dengan sifat mekanik (Kumar et al., 2018) lebih baik dibandingkan dengan serat kapuk randu. Kelebihan ini dapat dipertimbangkan untuk digunakan untuk pembuatan komposit panel akustik. Selain itu, karakteristik kapuk randu, khususnya serat, telah dilakukan pengujian baik sifat fisik maupun sifat mekanik, seperti menggunakan analisis FTIR, XRD, thermogravimetri, dan *tensile test* (Kumar et al., 2018; Sekar et al., 2019). Karakteristik sifat kimia pada serat alami ditentukan dari tiga faktor yakni selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Perbandingan komposisi kimia serat kapuk randu dengan serat alami lainnya diperlihatkan pada Tabel 1. Tabel tersebut memberikan informasi mengenai selulosa, hemiselulosa, lignin, densitas, dan kelembapan yang terdapat pada serat alami.

Tabel 1. Perbandingan serat kapuk randu dengan serat alami lainnya

Penguat	Selulosa (wt%)	Hemiselulosa (wt%)	Lignin (wt%)	Waks (wt%)	Kelembapan (%)	Densitas (kg/m ³)	Ash (wt%)
Serat kapuk	60.90	17.53	23.50	0.38	7.46	682	1.05
<i>Acacia leucophloea</i>	68.09	13.60	17.73	0.55	8.83	1385	0.08
<i>Dichrostachys cinerea</i>	72.40	13.08	16.89	0.57	9.82	1240	0.08
<i>Acacia Arabica</i>	68.10	9.36	16.86	0.49	-	1028	3.97
<i>Azadirachta indica</i>	68.42	13.72	13.58	0.43	-	740	-
<i>Grewia tilifolia</i>	62.80	21,20	14.90	-	2.3	-	-
<i>Cordia dichotoma</i>	59.70	23.60	14.70	-	-	-	-
<i>Acacia planifrons</i>	73.10	9.41	12.04	0.57	8.21	660	4.06
<i>Psopis juliflora</i>	61.65	16.14	17.11	0.61	9.48	580	5.20

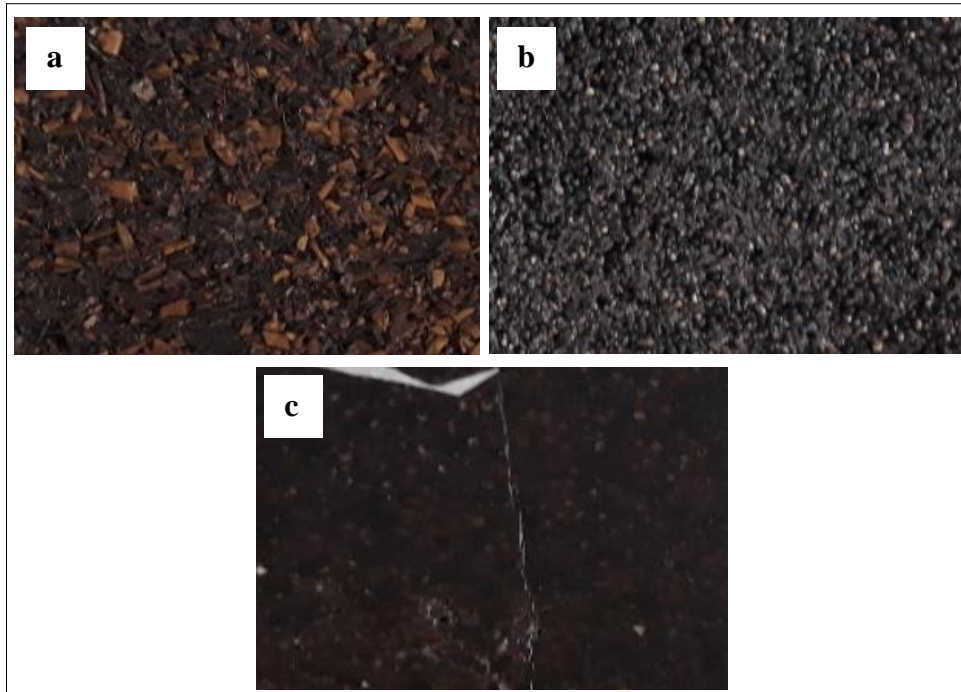
Sumber: Kumar et al., 2018

Pengembangan yang dilakukan untuk mendapatkan komposit panel akustik dengan koefisien absorpsi optimal dan tahan terhadap kelembapan adalah mengkombinasikan komposisi biji, kulit, dan serat kapuk randu, sehingga dapat digunakan untuk berbagai aplikasi seperti dinding akustik, dan material komposit lainnya.

Pada penelitian ini menggunakan material biji dan kulit, sebagai penguat atau *fiber* dan resin polyester sebagai matriks. Kombinasi kedua material tersebut menghasilkan material panel akustik berpenguat bahan alam. Hasil penelitian ini menjadi dasar untuk dikembangkan untuk menghasilkan produk-produk yang dapat meredam gelombang bunyi salah satunya *polyethylene terephthalate* (PET).

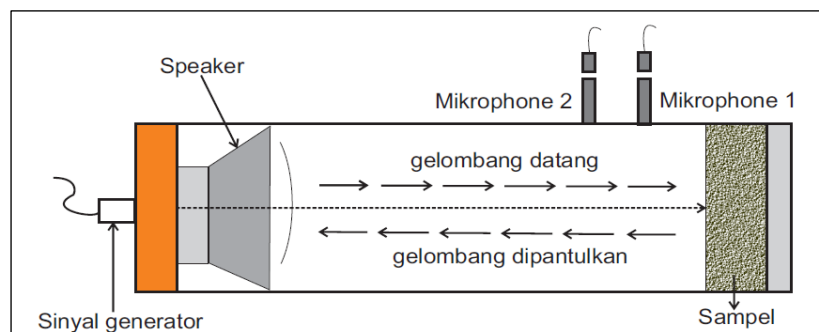
METODE PENELITIAN

Pengembangan panel akustik dengan bahan serat, kulit, dan biji kapuk randu dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar UIN Alauddin Makassar. Material tersebut sebagai matriks panel akustik yang berfungsi sebagai peredam gelombang akustik atau suara sedangkan perekat menggunakan resin polyester. Adapun tahapan penelitian yang digunakan sebelum mendapatkan kompaksi panel akustik yakni studi literatur, preparasi sampel (Gambar 1) dan alat, pembuatan papan akustik, dan analisis data.



Gambar 2. Sampel uji a) kulit kapuk randu; b) biji halus kapuk randu; dan c) biji kasar kapuk randu.

Sampel dibagi menjadi tiga kategori, yakni sampel kulit kapuk randu, biji kasar dan halus kapuk randu. Semua sampel tersebut dimasukkan ke dalam cetakan sampel. Di dalam cetakan sampel tersebut, sampel tersebut ditambahkan resin polyester sambil diaduk. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan sampel uji yang homogen. Fabrikasi komposit panel akustik (Gambar 1) dilakukan dengan teknik *hand layup* (Kusmiran et al., 2020) dengan tujuan untuk mendapatkan kompaksi sampel sebelum pengujian koefisien absorpsi dilakukan. Kompaksi panel akustik tersebut dilakukan dengan cara komposit panel akustik dikeringkan selama 10 jam. Pengujian komposit panel akustik dilakukan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Gelombang bunyi saat menumbuk permukaan sampel

Sumber bunyi yang pada penelitian dengan frekuensi sebesar 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz. Rentang frekuensi tersebut termasuk merupakan variasi dari panjang gelombang tinggi sampai dengan panjang gelombang rendah. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tingkat absorpsi komposit panel akustik yang telah dirancang. Besar koefisien absorpsi komposit panel akustik dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\alpha = \frac{\ln I_0 - \ln I}{x} \quad (1)$$

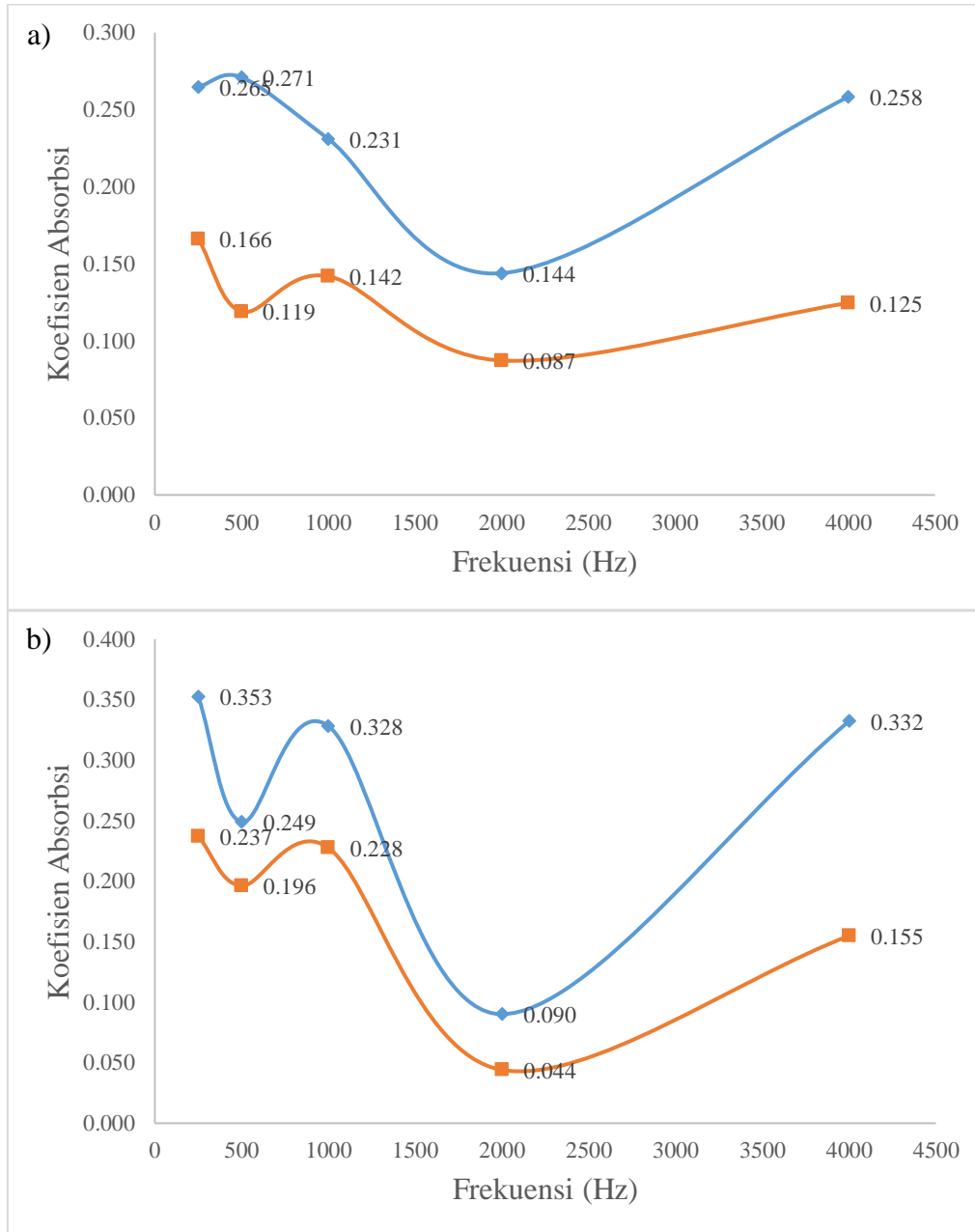
dimana α adalah koefisien absorpsi, I_0 adalah intensitas awal bunyi dalam dB, I adalah intensitas bunyi yang diukur, dan x adalah jarak ke sumber bunyi. Berdasarkan persamaan 1, jarak komposit panel akustik ke sumber bunyi menjadi indikator penelitian pada penelitian ini dimana jarak yang digunakan yaitu 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan 40 cm. Selain itu, penelitian ini juga memodifikasi sampel uji dengan menggunakan aluminium foil. Pengukuran Intensitas bunyi pada masing-masing sampel uji dilakukan sebanyak tiga sehingga rata-rata intensitas bunyi dari setiap sampel digunakan sebagai intensitas untuk menghitung koefisien absorpsi berdasarkan Persamaan 1. Pengukuran intensitas dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap sampel uji untuk menentukan intensitas awal I_0 , dan intensitas akhir I . dimana intensitas awal, I_0 , diperlihatkan pada Tabel 1.

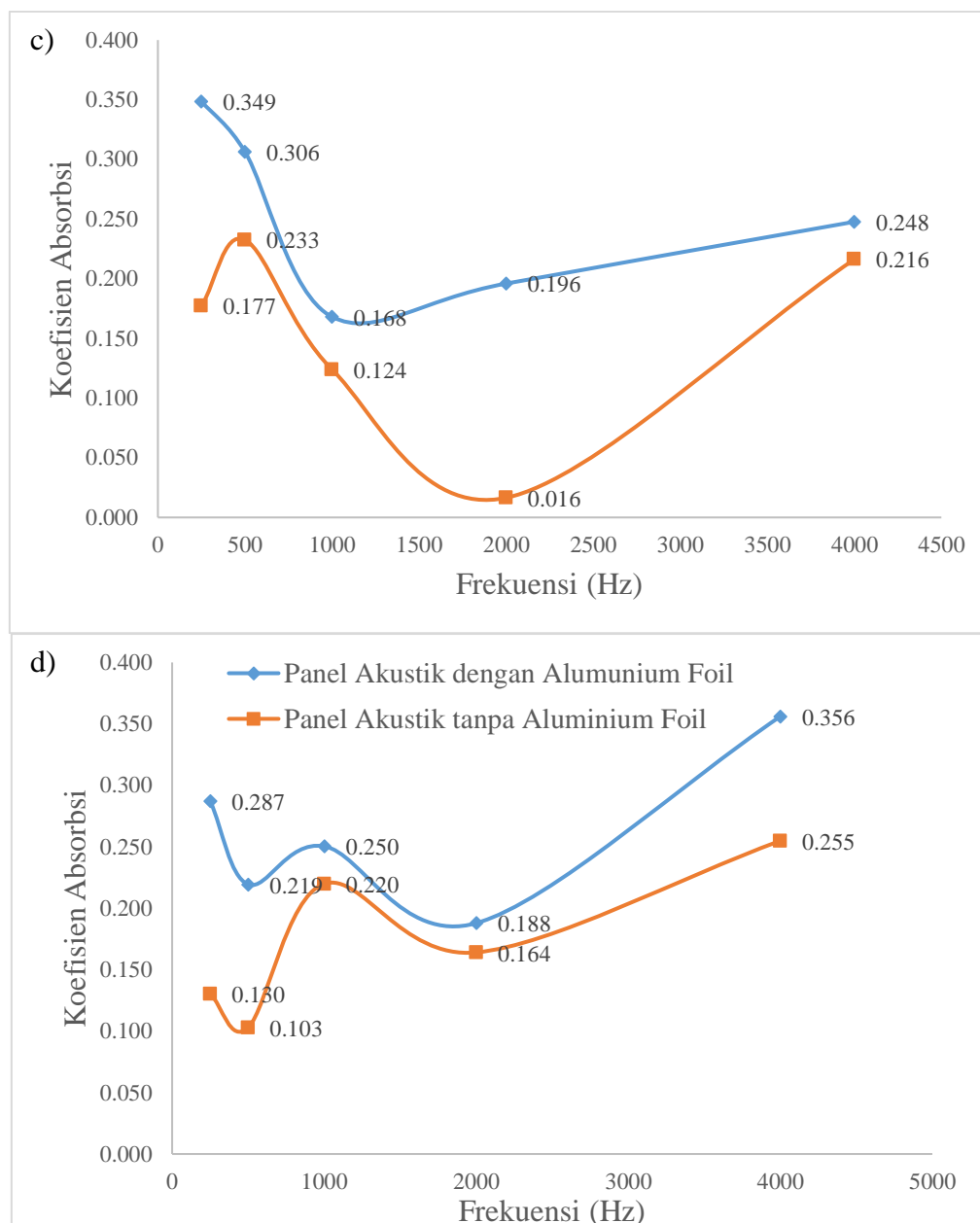
Tabel 2. Intensitas awal atau referensi pada kulit, biji halus dan bulat kapuk randu

Jarak (cm)	f (Hz)	I rata-rata (dB)	SD	I (dB)
10	250	89.200	0.100	89.300
	500	89.767	0.058	89.824
	1000	91.533	0.306	91.839
	2000	89.800	0.608	90.408
	4000	90.300	0.100	90.400
20	250	89.400	0.100	89.500
	500	85.100	0.000	85.100
	1000	90.633	0.058	90.691
	2000	90.500	0.000	90.500
	4000	91.000	0.000	91.000
30	250	89.900	0.100	90.000
	500	90.600	0.000	90.600
	1000	91.000	0.000	91.000
	2000	90.800	0.000	90.800
	4000	90.400	0.000	90.400
40	250	88.500	0.000	88.500
	500	77.200	0.000	77.200
	1000	91.100	0.000	91.100
	2000	91.300	0.219	91.519
	4000	90.900	0.000	90.900

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas merupakan fenomena gelombang yang diteruskan atau melewati material panel akustik dengan memanfaatkan biji dan kulit kapuk randu. Selain itu dilakukan pengembangan panel akustik dengan penambahan aluminium foil. Penambahan aluminium foil ini dapat meningkatkan koefisien absorpsi panel akustik sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2.



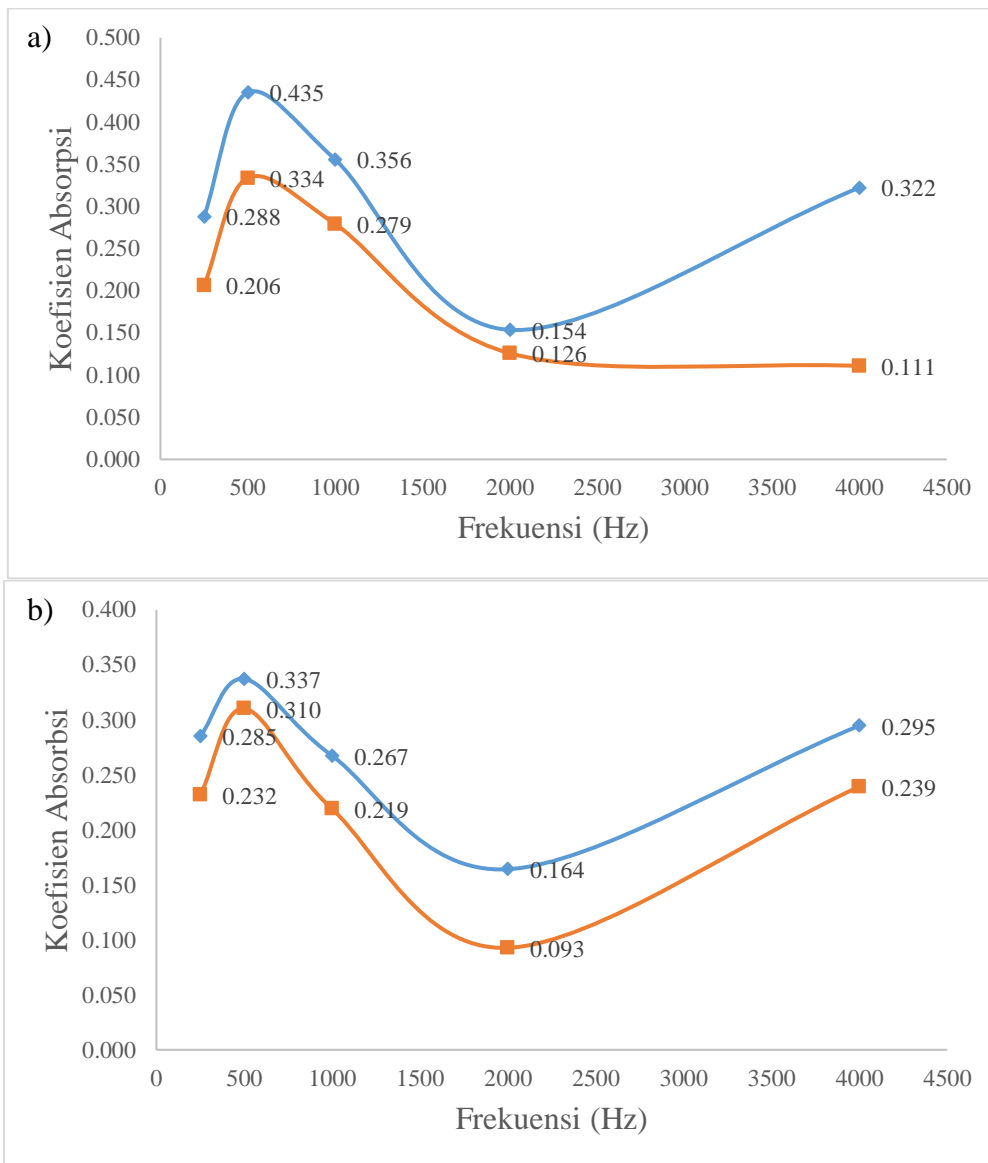


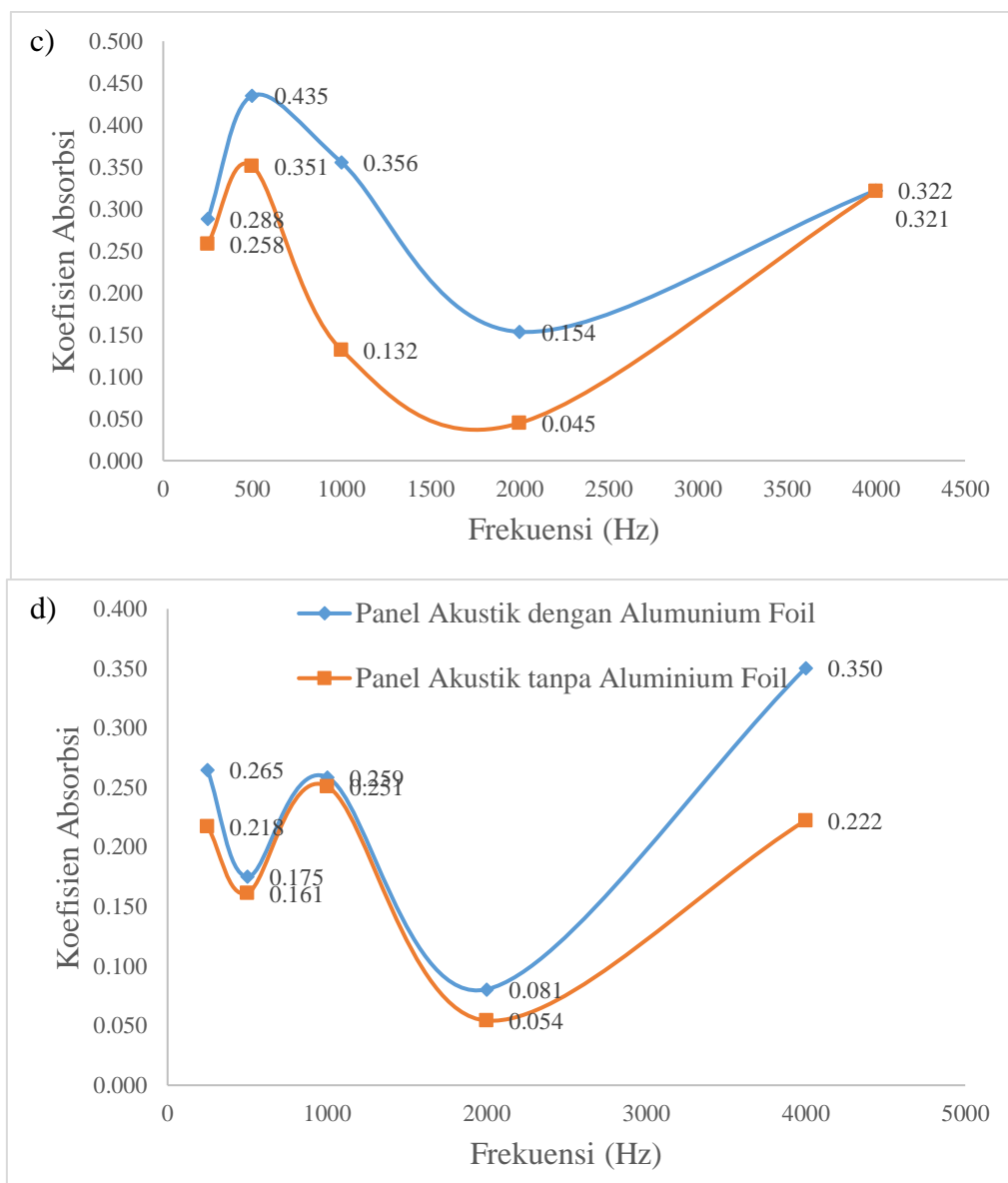
Gambar 2. Koefisien absorpsi panel akustik biji kapuk randu pada a) Jarak 10 cm; b) jarak 20 cm; c) jarak 30 cm; dan jarak 40 cm dari sumber suara dengan berbagai frekuensi

Gambar 2 juga memperlihatkan bahwa dengan penambahan aluminium foil dapat digunakan untuk mengurangi tingkat kebisingan bunyi dimana koefisien absorpsi tertinggi sebesar 0,35 dengan frekuensi 4000 Hz untuk panel akustik biji dan kulit kapuk randu dengan aluminium foil. Sedangkan panel akustik tanpa aluminium foil koefisien absorpsi tertinggi sebesar 0,255 pada frekuensi 4000 Hz dan berada pada Jarak 40 cm dari sumber suara. Dengan demikian dapat dikatakan penyerapan bunyi paling efektif pada jarak 40 cm berada pada frekuensi 4000 Hz.

Penggunaan material kulit kapuk randu ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik penjalaran gelombang dan pengaruh dari jenis material material pada material yang berbeda. Berdasarkan Gambar 3, fenomena penjalaran gelombang pada medium padat mempunyai karakteristik koefisien absorpsi yang berbeda. Pada Gambar 2

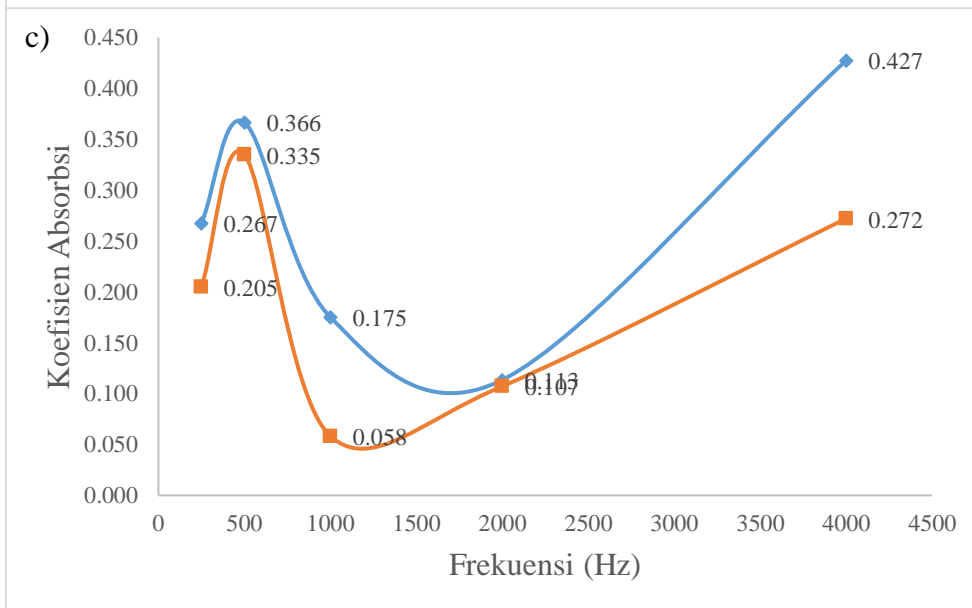
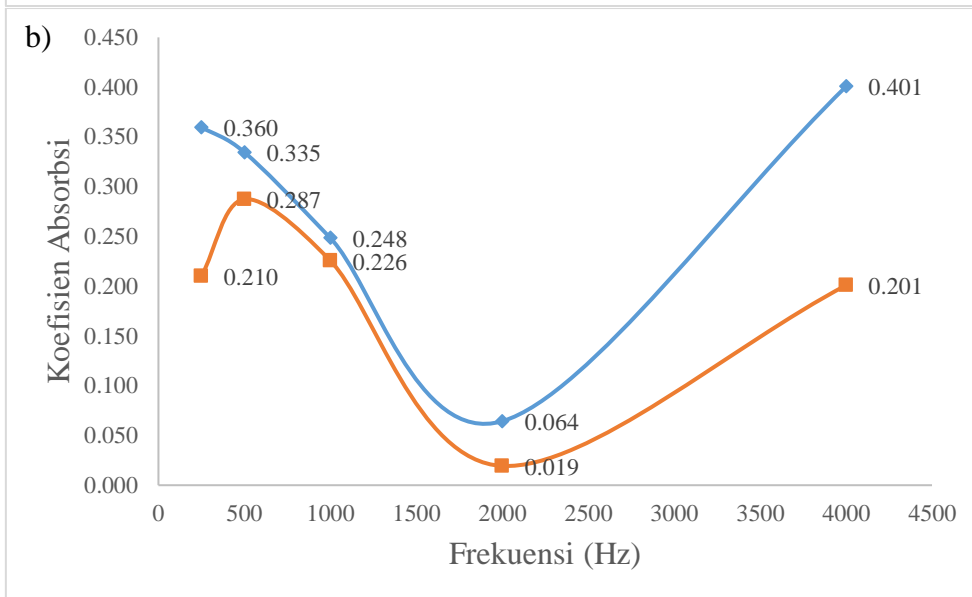
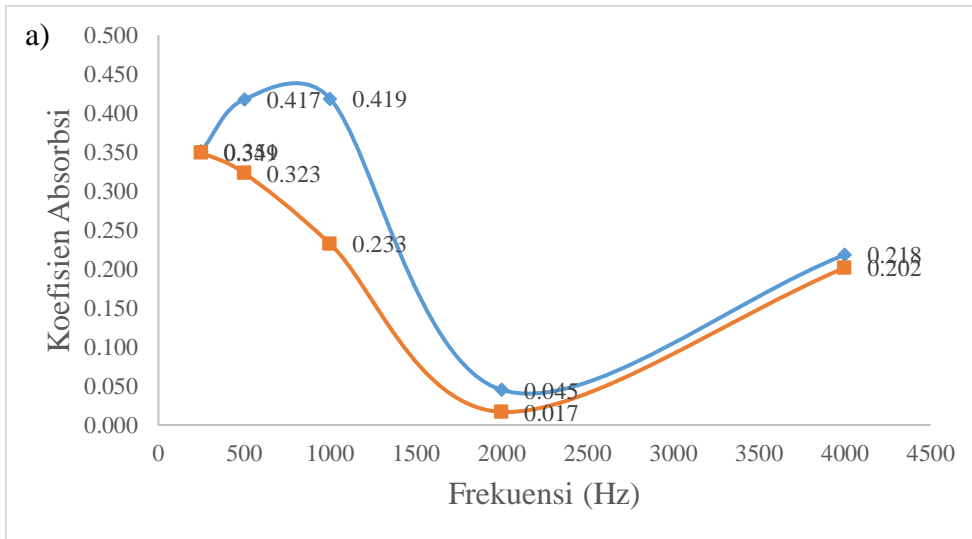
memperlihatkan optimalnya penyerapan material berada pada jarak 40 cm dengan frekuensi 4000 Hz, sedangkan pada kulit kapuk randu (Gambar 3), koefisien absorpsi optimal berada pada jarak 30 cm berada pada frekuensi 2000 Hz dengan koefisien absorpsi secara berurutan sebesar 0,435 dan 0,351 pada panel akustik kulit kapuk randu dengan aluminium foil dan tanpa aluminium foil. Dari Gambar 3 juga memperlihatkan penambahan aluminium foil dapat meningkatkan koefisien absorpsi panel akustik dari kulit, biji halus dan kasar kapuk randu.

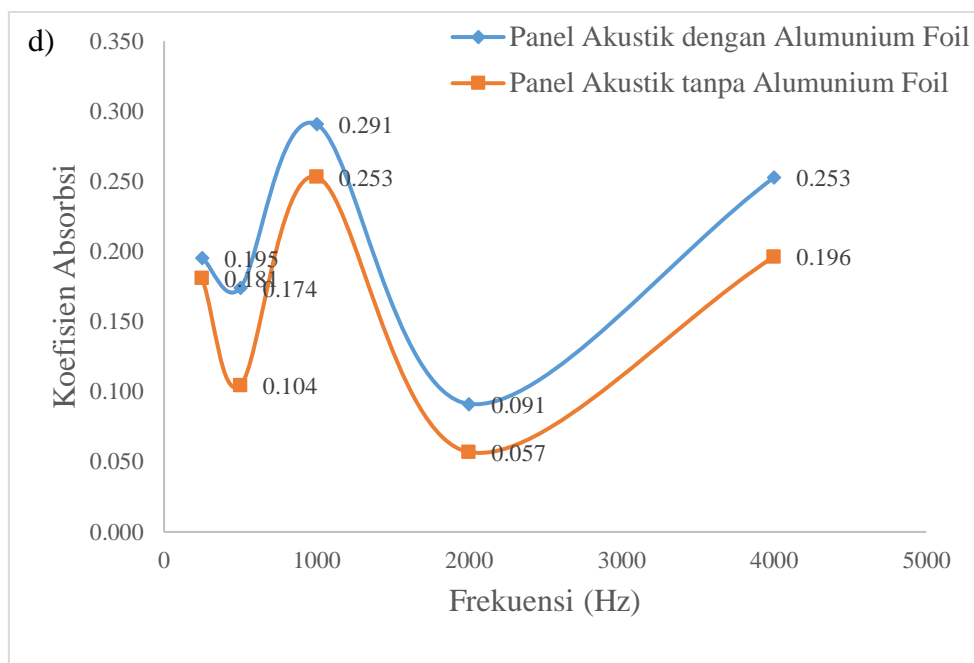




Gambar 3. Koefisien absorpsi panel akustik kulit kapuk randu pada a) Jarak 10 cm; b) jarak 20 cm; c) jarak 30 cm; dan d) jarak 40 cm dari sumber suara dengan berbagai frekuensi

Gambar 2 maupun Gambar 3 memperlihatkan jarak dapat memengaruhi koefisien absorpsi panel akustik. Untuk panel akustik biji kapuk randu tanpa aluminium foil koefisien absorpsi terendah sebesar 0,016 berada pada jarak 30 cm dengan frekuensi 2000 Hz. Selanjutnya untuk memahami karakteristik material dan penyerapan gelombang, panel akustik biji halus kapuk randu dilakukan dimana hasil pengujiannya ditunjukkan pada Gambar 4.





Gambar 4. Koefisien absorpsi panel akustik biji halus kapuk randu pada a) Jarak 10 cm; b) jarak 20 cm; c) jarak 30 cm; dan d) jarak 40 cm dari sumber bunyi dengan berbagai frekuensi

Gambar 4 menunjukkan bahwa penambahan aluminium foil pada panel akustik biji kapuk dihaluskan dapat meningkatkan koefisien absorpsi, dan koefisien absorpsi optimal sebesar 0,427 dengan frekuensi sebesar 2000 Hz dan jarak 30 cm dari sumber bunyi pada panel akustik biji kapuk halus dengan aluminium foil, sedangkan koefisien absorpsi optimal tanpa aluminium foil sebesar 0,335 pada frekuensi 500 Hz dengan jarak 30 cm dari sumber bunyi. Berdasarkan hasil pengamatan diatas, bahan alam dapat digunakan sebagai bahan peredaman gelombang bunyi sehingga dapat digunakan sebagai pengganti bahan sintetik yang tidak ramah lingkungan. Hal yang sama juga telah dilakukan oleh Sekar et al. (2019) dalam mendeskripsikan bahan alam sebagai bahan peredam gelombang bunyi, diantaranya serat pisang, serat rami, daun *tea*, dan *bamboo*. Selain itu, rasio matriks (resin polyester) dengan pengurut (biji kapuk randu), dan densitas panel akustik dapat mempengaruhi koefisien absorpsi (Liu et al., 2015).

Berdasarkan pengamatan dari ketiga jenis panel akustik biji, kulit, dan biji halus kapuk randu menunjukkan bahwa karakteristik penyerapan gelombang berbeda sehingga menghasilkan koefisien absorpsi yang berbeda. Selain itu, penambahan aluminium foil dapat meningkatkan koefisien absorpsi dari panel akustik tersebut, dan jarak sumber bunyi dengan sampel panel akustik juga dapat mempengaruhi koefisien absorpsi.

KESIMPULAN

Pengembangan panel akustik telah dilakukan dari penelitian ini dengan cara memanfaatkan material yang ringan, ramah lingkungan, dan dapat dibudidayakan, seperti biji dan kulit kapuk randu. Selain itu, pengembangan dilakukan dengan cara menambahkan aluminium foil pada panel akustik. Adapun simpulan dari pengembangan panel akustik yaitu: Penambahan aluminium foil pada panel akustik biji kapuk dihaluskan dapat meningkatkan koefisien absorpsi, dan koefisien absorpsi optimal sebesar 0,427 dengan frekuensi sebesar 2000 Hz dan jarak 30 cm dari sumber bunyi pada panel akustik biji kapuk halus dengan aluminium foil, sedangkan koefisien absorpsi optimal tanpa aluminium foil sebesar 0,335 pada frekuensi 500 Hz dengan jarak 30 cm dari sumber

bunyi; Koefisien absorpsi optimal pada kulit kapok randu berada pada jarak 30 cm berada pada frekuensi 2000 Hz dengan koefisien absorpsi secara berurutan sebesar 0,435 dan 0,351 pada panel akustik kulit kapok randu dengan aluminium foil dan tanpa aluminium foil dan; Penambahan aluminium foil dapat digunakan untuk mengurangi tingkat kebisingan bunyi dimana koefisien absorpsi tertinggi sebesar 0,35 dengan frekuensi 4000 Hz untuk panel akustik biji dan kulit kapok randu dengan aluminium foil. Sedangkan panel akustik tanpa aluminium foil koefisien absorpsi tertinggi sebesar 0,255 pada frekuensi 4000 Hz dan berada pada Jarak 40 cm dari sumber suara. Dengan demikian dapat dikatakan penyerapan bunyi paling efektif pada jarak 40 cm berada pada frekuensi 4000 Hz.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, W.W.M., Ooi, L.E., & Ishak, Z.A.M. (2018). Sound and Vibration Damping Properties of Nonwoven Flax Reinforced Acrylic Based Polyester Composites. *MATEC Web.of Conferences*, 217(01007), 1-8. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201821701007>.
- Aluko, E., & Nna, V. (2015). Impact of Noise Pollution on Human Cardiovascular System. *International Journal of Tropical Disease & Health*, 6(2), 35–43. doi: <https://doi.org/10.9734/ijtdh/2015/13791>.
- Kumar, R., Hynes, N.R.J., Senthamaraiannan, P., Saravanakumar, S., & Sanjay, M.R. (2018). Physicochemical and Thermal Properties of Ceiba pentandra Bark Fiber. *Journal of Natural Fibers*, 15(6), 822–829. doi: <https://doi.org/10.1080/15440478.2017.1369208>.
- Kusmiran, A., Hidayat, M., Desiasni, R., & Maad, A.Z. (2019). Numerical analysis of Composite with Natural Fiber Reinforcement using Finite Element Method: Leaf Spring Composite Application. *ICOST 2019*. doi: 10.4108/eai.2-5-2019.2284617.
- Kusmiran, A., Suwandi, N., Desiasni, R. (2020). Analisis Pengaruh Konsentrasi Natrium Hidroksida terhadap Sifat Mekanik Biokomposit Berpenguat Serat Sisal. *Jurnal Fisika*, 10 (2), 11-18. doi: <https://doi.org/10.15294/jf.v10i2.25462>.
- Liu, X., Yan, X., Li, L., & Zang, H. (2015). Sound Absorption Properties of Kapok Fiber Nonwoven Fabrics at Low Frequency. *Journal of Natural Fibers*, 12, 311-322. doi: 10.1080/15440478.2014.919891.
- Münzel, T., Gori, T., Babisch, W., & Basner, M. (2014). Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *European Heart Journal*, 35(13), 829–836. doi: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu030>.
- Purnawati, R., Febrianto, F., Wistara, I.N.J., Nikmatin, S., Hidayat, W., Lee, S. H., & Kim, N. H. (2018). Physical and chemical properties of kapok (*Ceiba pentandra*) and balsa (*Ochroma pyramidale*) fibers. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 46(4), 393–401. doi: <https://doi.org/10.5658/WOOD.2018.46.4.393>.
- Sekar, V., Fouladi, M.H., Namasivayam, S.N., & Sivanesan, S. (2019). Additive Manufacturing: A Novel Method for Developing an Acoustic Panel Made of Natural Fiber-Reinforced Composites with Enhanced Mechanical and Acoustical Properties. *Journal of Engineering (United Kingdom)*. 2019, 1-19. doi: <https://doi.org/10.1155/2019/4546863>.
- Thuault, A., Bazin, J., Eve, S., Bréard, J., & Gomina, M. (2014). Numerical study of the influence of structural and mechanical parameters on the tensile mechanical behaviour of flax fibres. *Journal of Industrial Textiles*, 44(1), 22–39. doi: <https://doi.org/10.1177/1528083713481835>.
- Xiang, H. F., Wang, D., Liua, H. C., Zhao, N., & Xu, J. (2013). Investigation on sound absorption properties of kapok fibers. *Chinese Journal of Polymer Science (English Edition)*, 31(3), 521–529. doi: <https://doi.org/10.1007/s10118-013-1241-8>.
- Yahya, M. N., Sambu, M., Latif, H. A., & Junaid, T. M. (2017). A study of Acoustics Performance on Natural Fibre Composite. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 226(1). doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/226/1/012013>.