

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian bertujuan untuk mengeksplorasi potensi material biokomposit ampas tebu dan miselium sebagai material akustik. Secara khusus, penelitian ditujukan untuk mengidentifikasi pengaruh variasi ukuran partikel ampas tebu dan ketebalan material terhadap kemampuan penyerapan bunyi biokomposit ampas tebu dan miselium. Selain itu, penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi rentang frekuensi bunyi yang memiliki potensi potensial bunyi yang paling efektif. Analisis dilakukan menggunakan metode *Material Driven Design* yang menggabungkan karakteristik teknis dan karakteristik pengalaman melalui pengujian akustik dan FGD. Pengujian akustik dilakukan untuk memperoleh nilai koefisien absorpsi bunyi, NRC, dan SAA.

Berdasarkan hasil pengujian akustik menggunakan tabung impedansi dua mikrofon (ISO 10534-2), material biokomposit ampas tebu dan miselium menunjukkan kemampuan penyerapan bunyi yang paling efektif pada rentang frekuensi menengah hingga tinggi, khususnya pada rentang 2500 Hz hingga 6300 Hz. Nilai NRC seluruh sampel berada pada rentang 0,07-0,30, sementara nilai SAA berada pada rentang 0,07-0,35. Performa terbaik dihasilkan oleh sampel S2 dengan ukuran partikel #4 dan ketebalan 30mm, dengan nilai NRC 0,30, SAA 0,35, dan *peak absorption* sebesar 0,86 pada frekuensi 2500 Hz. Berdasarkan standar ASTM C423, material belum memenuhi nilai minimum NRC sebesar $\geq 0,50$ agar bisa dikategorikan sebagai panel akustik primer. Dengan pengembangan saat ini, material dapat diposisikan sebagai elemen absorpsi sekunder atau pelengkap sistem akustik *broadband*. Sampel dengan ukuran partikel mesh #4 cenderung memperoleh performa absorpsi yang lebih baik dibandingkan mesh #12 dan mesh #20, dengan rata-rata nilai NRC sebesar 0,21 dibandingkan 0,15 dan 0,17. Sementara pada kategori ketebalan, tebal 30mm menghasilkan performa absorpsi terbaik pada seluruh kelompok ukuran partikel secara konsisten. Hasil uji ANOVA *one-way* pada pengaruh ukuran partikel terhadap NRC memiliki nilai *F-value* sebesar 0,475 dan nilai *p-value* sebesar 0,643 (Sig. >0,05). Sementara pengaruh ketebalan terhadap NRC memiliki nilai *F-value* sebesar 3,251 dan nilai *p-value*

sebesar 0,111. Kedua variabel tidak memberikan pengaruh yang terbukti signifikan secara statistik. Sehingga, hipotesis bahwa variasi ukuran partikel dan ketebalan berpengaruh terhadap karakteristik penyerapan bunyi belum dapat dibuktikan secara signifikan.

Hasil uji statistik ANOVA yang tidak signifikan diduga berkaitan erat dengan variabel pengganggu yang tidak sepenuhnya dapat dikontrol selama proses fabrikasi. Analisis korelasi suplementer menunjukkan bahwa densitas material memiliki korelasi negatif yang signifikan terhadap nilai NRC, dengan nilai Pearson r sebesar -0,741 dan p -value sebesar 0,022. Korelasi negatif menunjukkan relasi terbalik, di mana sampel dengan densitas tinggi cenderung menghasilkan NRC rendah dan sebaliknya. Nilai signifikansi 0,022 (Sig, <0,05) menunjukkan bahwa tingkat densitas berperan lebih dominan dibandingkan variabel ukuran partikel dan ketebalan. Densitas sendiri merupakan hasil kombinasi interaksi antara ukuran partikel, tingkat kompresi *hotpress*, dan pertumbuhan miselium yang tidak sepenuhnya bisa dikontrol. Tingkat pertumbuhan miselium memengaruhi karakteristik struktur internal material secara signifikan. Pertumbuhan miselium yang tinggi menghasilkan struktur yang lebih kuat dan padat dengan rongga udara yang lebih sempit, sementara pertumbuhan miselium yang minim menghasilkan rongga udara yang lebih besar dalam jumlah banyak meskipun kekuatan strukturnya menurun. Hal ini terlihat pada sampel S2 yang mengalami kegagalan pertumbuhan miselium namun memiliki performa akustik terbaik di antara seluruh sampel. Hal ini sejalan dengan prinsip milik Seddeq (2009), bahwa material dengan porositas yang cukup memungkinkan gelombang bunyi menembus dan terdisipasi lebih efektif di dalam struktur material.

Dari sisi pengalaman pengguna, hasil FGD menunjukkan bahwa material memiliki karakter sensorik dan visual yang khas. Secara keseluruhan, material dinilai sebagai material yang natural, berkelanjutan, inovatif, dan unik dengan pengalaman taktil seperti *sensory play*. Menurut partisipan, material yang memiliki karakter tekstur organik, warna hangat, kemampuan serap aroma, *surface memory* dan berat yang ringan. Sifat *playful* dan *toy-like* yang menonjol dari interaksi partisipan dapat dieksplorasi dengan aplikasi material yang mengutamakan interaktif pengguna. Keunggulan dalam segi estetika membedakan material

biokomposit ampas tebu dan miselium dari material akustik konvensional yang cenderung memberi kesan kaku dan dingin. Di luar aplikasi material akustik, material dapat dieksplorasi potensinya untuk dipakai sebagai bahan kemasan, instalasi seni, hingga aplikasi *fashion*.

Berdasarkan kombinasi potensi akustik dan potensi pengalaman, material biokomposit ampas tebu dan miselium berpotensi diaplikasikan sebagai elemen interior akustik dekoratif (komplementer) pada ruang yang tidak membutuhkan kontrol akustik presisi tinggi. Kemampuan absorpsi bunyi paling efektif pada rentang frekuensi 2500 Hz hingga 6300 Hz yang mencakup suara percakapan manusia, suara perangkat elektronik, dan sumber bunyi bernada tinggi. Telinga manusia paling sensitif terhadap suara pada rentang frekuensi 2000 Hz hingga 5.000 Hz, di mana suara dapat terdengar lebih jelas dan keras dengan energi yang lebih sedikit. Material ini dapat diaplikasikan pada ruang dengan aktivitas komunikasi verbal yang tinggi, seperti kantor, ruang rapat, ruang kelas, dan area komunal. Potensi aplikasi produk meliputi *room divider*, panel dinding dekoratif, *ceiling tile*, dan *desk divider* yang dapat digabungkan dengan fungsi tambahan seperti *pinboard* dan penyimpanan.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat menjadi acuan pengembangan bagi penelitian maupun perancangan lebih lanjut. Homogenitas ukuran partikel perlu ditingkatkan pada penelitian lanjutan. Morfologi serat ampas tebu yang menyerupai serat panjang (*elongated fiber*) menyebabkan beberapa serat panjang tetap lolos ayakan mesh terlepas dari ukuran aslinya, sehingga konsistensi variabel ukuran partikel sebagai variabel bebas tidak sepenuhnya terjamin. Upaya penyeragaman dapat dilakukan melalui pemotongan material dan siklus pengayakan berulang. Namun, upaya penyeragaman ukuran partikel belum tentu tercapai secara sempurna, sehingga penggunaan ukuran partikel sebagai variabel bebas bisa dipertimbangkan lagi di penelitian lanjutan.

Konsistensi ketebalan perlu diperbaiki melalui perubahan prosedur fabrikasi. *Springback* yang terjadi selama penyimpanan dan kerusakan dimensi

akibat proses pemotongan sampel menyebabkan penyimpangan pada ketebalan dan kerapian permukaan material. Hal ini berdampak pada validitas pengaruh ketebalan dan probabilitas suara lolos dengan mudah pada celah dinding material yang tidak rapat. Untuk penelitian lanjutan, sampel sebaiknya dicetak secara langsung di dalam cetakan berdiameter 10 cm dan 3 cm sesuai ukuran sampel tabung impedansi, sehingga proses pemotongan dapat dihindari dan perubahan ketebalan dapat dikontrol lebih baik. Penambahan jumlah pengulangan menjadi tiga sampel per variasi dapat dilakukan pada pengujian selanjutnya untuk mendapatkan sebaran data yang lebih luas dan representatif, sehingga meminimalisir hasil ekstrem yang bersifat kebetulan.

Penelitian lanjutan disarankan mengeksplorasi densitas atau durasi masa inkubasi miselium sebagai variabel bebas yang dikontrol secara langsung. Pengaruh densitas dapat dieksplorasi lebih lanjut karena terbukti memiliki dampak lebih signifikan dibandingkan variabel bebas yang telah digunakan pada penelitian ini. Pengukuran densitas awal dapat dilakukan untuk mengetahui persentase penurunan berat dan kerapatan selama proses inkubasi dan pengeringan. Durasi pertumbuhan miselium juga dapat dieksplorasi karena tingkat kolonisasi terbukti memengaruhi tingkat kerapatan, porositas, dan performa akustik material secara signifikan. Pengujian lanjutan perlu dilakukan guna memahami potensi material secara lebih utuh, meliputi pengujian insulasi suara, ketahanan material terhadap kelembapan menggunakan uji penyerapan air, serta ketahanan terhadap degradasi menggunakan metode uji penguburan tanah. Pengujian insulasi suara dapat mengeksplorasi potensi sifat akustik material selain penyerapan bunyi.

Sejauh ini, pengembangan material masih belum optimal dan perlu ditingkatkan kembali sebelum material siap diaplikasikan pada eksplorasi desain produk. Ketika konsistensi material telah stabil, pengembangan berikutnya dapat difokuskan pada eksplorasi bentuk, tekstur, sistem modular dan kombinasi material untuk meningkatkan performa akustik dan estetika material. Selain sebagai material akustik dekoratif, biokomposit ampas tebu dan miselium dapat dieksplorasi potensi aplikasinya sebagai bahan kemasan ramah lingkungan, instalasi seni, dan produk berkelanjutan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adita, S., Rizky Saputra, F., & Purwanto, P. (2024). Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong sebagai Material Produk Kap Lampu. *Ars: Jurnal Seni Rupa Dan Desain*, 26(3), 143–156. <https://doi.org/10.24821/ars.v26i3.12368>
- Alaneme, K. K., Anaele, J. U., Oke, T. M., Kareem, S. A., Adediran, M., Ajibuwa, O. A., & Anabaranze, Y. O. (2023). Mycelium based composites: A review of their bio-fabrication procedures, material properties and potential for green building and construction applications. *Alexandria Engineering Journal*, 83, 234–250. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.10.012>
- Anam, M. K., Pratama, A., & Lawasi, M. F. (2019). Uji Efektivitas Peredam Kebisingan Ruangan Dengan Pemanfaatan Limbah Kain Perca Menggunakan Variasi Bentuk Ruang. *V-Mac*, 4(2), 28–32.
- Anggraini, S. (2010). *Pengujian Serapan Akustik Blok Berbahan Dasar Ampas Tebu* (Thesis). Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Badan Pangan Nasional. (2023, December 14). NFA Dorong Peningkatan Produksi dan Produktivitas Industri Gula Nasional dalam National Sugar Summit 2023.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Tebu Indonesia 2022*. BPS RI.
- Bell, L. H., & Bell, D. H. (1994). *Industrial Noise Control : Fundamentals and Applications* (2nd ed.). New York: Marcel Dekker.
- Berardi, U., & Iannace, G. (2015). Acoustic characterization of natural fibers for sound absorption applications. *Building and Environment*, 94. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.05.029>
- Calister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (10th ed.). Iowa: Wiley & Sons, Inc.
- Camilleri, E., Narayan, S., Lingam, D., & Blundell, R. (2025, March 1). Mycelium-based composites: An updated comprehensive overview. *Biotechnology Advances*, Vol. 79. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2025.108517>
- Datuela, M., Rahmayanti, Saputra, W., Mutmainnah, N., & Syafriani. (2023). Perbandingan Material Akustik dalam Menyerap Bunyi. *JAMBURA Journal of Architecture*, 5(1).
- Doelle, L. L. (1972). *Environmental Acoustics*. New York: McGraw-Hill.

- Fonna, F. A., Irsyad, D. I., Adriansyah, K. F., Qonitah, L., & Koerniawan, M. D. (2023). Penggunaan Material Mycelium dalam Perancangan Kembali Microlibrary Warak Kayu. *ARSITEKTURA*, 21(2), 179. <https://doi.org/10.20961/arst.v21i2.74221>
- Gomez, T. S., Rychtarikova, M., Armstrong, R., Piana, E., & Glorieux, C. (n.d.). *Acoustic Applications Of Bio-Mycelium Composites, Current Trends And Opportunities: A Systematic Literature Review*.
- Haghighat, M., Samaei, S. E., Amininasab, S., Faridan, M., Mehrzad, S., Sheikhmozafari, M. J., & Taban, E. (2023). The Impact of Fiber Size on the Sound Absorption Behavior of Composites Made from Sugarcane Bagasse Wastes Fibers. *Journal of Natural Fibers*, 20(1). <https://doi.org/10.1080/15440478.2023.2175760>
- Hamdani, Prayitno, & Karyanto. (2019). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Metode Eksperimen. *Proceeding Biology Education Conference*, 16(1).
- Harjani, C., & Noviandri, P. P. (2023). Pengembangan Panel Peredam Suara Portable dalam Merespon Keterbatasan Ruang Privat pada Open Plan Office. *Jurnal Linears*, 6(2), 106–114. <https://doi.org/10.26618/j-linears.v6i2.10737>
- Jayadi, N., & Prasetya, R. D. (2017). Pengembangan desain produk berbahan baku limbah kerang di Bantul. *PRODUCTUM Jurnal Desain Produk (Pengetahuan Dan Perancangan Produk)*, 3(1), 35. <https://doi.org/10.24821/productum.v3i1.1736>
- Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., & Zeeuw van der Laan, A. (2015). Material driven design (MDD): A method to design for material experiences. *International Journal of Design*, 9(2).
- Kementerian Pertanian. (2025). Outlook Tebu 2025. *Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian*.
- Kho, W. K. (2014). Studi Material Bangunan Yang Berpengaruh Pada Akustik Interior. *Dimensi Interior*, 12(2). <https://doi.org/10.9744/interior.12.2.57-64>
- Lee, D., & Bony, L. (2009). Cradle-to-Cradle Design at Herman Miller: Moving Toward Environmental Sustainability. *Harvard Business School, Case 607-0*(December).

- Lelivelt, R. J. J., Lindner, G., Teuffel, P., & Lamers, H. (2015). The Production Process and Compressive Strength of Mycelium-based Materials. *First International Conference on Biobased Building Materials*, 1–6. Clermont-Ferrand.
- Lolo, E. U., Widiyanto, Gunawan, R. I., Pambudi, Y. S., & Ngalung, A. D. (2022). Analisa Dampak Lingkungan Terhadap Budidaya Tebu dengan Life Cycle Assesment Menggunakan OpenLCA 1.10.3 (Studi Kasus : Pabrik Gula Madukismo, Yogyakarta). *Serambi Engineering*, 7(3).
- Malawade, U. A., & Jadhav, M. G. (2020). Investigation of the Acoustic Performance of Bagasse. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(1). <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.11.028>
- McDonough, W., Braungart, M., Anastas, P. T., & Zimmerman, J. B. (2003). Applying the Principles of Green Engineering to Cradle-to-Cradle Design. *Environmental Science and Technology*, Vol. 37.
- Mediastika, C. E. (2018). *Akustika Bangunan*. Jakarta: Erlangga.
- Noviandri, Patricia P., Harjani, C., & Astuti, A. M. K. (2020). Analisis Koefisien Absorpsi Dari Material Berbahan Dasar Limbah Kain Perca Dan Pelepah Pisang. *ATRIUM: Jurnal Arsitektur*, 6(2). <https://doi.org/10.21460/atrium.v6i2.122>
- Noviandri, Patricia Pahlevi, & Harjani, C. (2016). Pengolahan Kain Perca menjadi Sekat Peredam Suara. *Dinamika Kerajinan Dan Batik Majalah Ilmiah*, 33(2), 145–154. <https://doi.org/10.22322/dkb.v33i2.1674>
- Oktavia, R., & Elvaswer, E. (2024). Karakteristik Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik Dari Serat Ampas Tebu dan Plastik Dengan Metode Tabung. *Jurnal Fisika Unand*, 13(1), 61–67. <https://doi.org/10.25077/jfu.13.1.61-67.2024>
- Pelletier, M. G., Holt, G. A., Wanjura, J. D., Bayer, E., & McIntyre, G. (2013). An evaluation study of mycelium based acoustic absorbers grown on agricultural by-product substrates. *Industrial Crops and Products*, 51. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.09.008>
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal, K. P. (2024). *Analisis Kinerja Perdagangan Gula* (1E ed., Vol. 14; Saefudin & S.

- Wahyuningsih, Eds.). Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian 2024.
- Puspitarini, Y., Musthofa A. S., F., & Yulianto, A. (2014). Koefisien Serap Bunyi Ampas Tebu sebagai Bahan Peredam Suaram. *Jurnal Fisika*, 4(2).
- Rahmadiani, M. R., Mumpuni, A., & Ekowati, N. (2024). Optimasi Jenis Jamur Pelapuk dan Bahan Lignoselulosik Limbah Pertanian dalam Pembuatan Biokomposit berbasis Miselium. *BioEksakta : Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 6(1), 27. <https://doi.org/10.20884/1.bioe.2024.6.1.6636>
- Rozli, S. R., & Azmir, N. A. (2020). Advanced Research in Natural Fibers The Study on Acoustic Properties of Sugarcane Bagasse as Sound Absorber. *Advanced Research in Natural Fibers*, 2(1).
- Satwiko, P. (2019). *Akustika Arsitektural* (G. Risky, Ed.). Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Seddeq, H. (2009). Factors Influencing Acoustic Performance of Sound Absorptive Materials. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4), 4610–4617.
- Sutanto, H. (2015a). *Prinsip - Prinsip Akustik Dalam Arsitektur* (D. Wahyuanto, Ed.). Yogyakarta: Penerbit PT Kanisius.
- Sutanto, H. (2015b). *Prinsip-Prinsip Akustik dalam Arsitektur*. PT Kanisius.
- Walter, N., & Gürsoy, B. (2022). A Study on the Sound Absorption Properties of Mycelium-Based Composites Cultivated on Waste Paper-Based Substrates. *Biomimetics*, 7(3). <https://doi.org/10.3390/biomimetics7030100>
- Weinland, F., Lingner, T., Schmitt, H., Grادل, D., Reintjes, N., & Schüler, M. (2024). Life cycle assessment of mycelium based composite acoustic insulation panels. *Cleaner and Circular Bioeconomy*, 9, 100106. <https://doi.org/10.1016/j.clcb.2024.100106>
- Zunaidi, N. H., Tan, W. H., Majid, M. S. A., & Lim, E. A. (2017). Effect of physical properties of natural fibre on the sound absorption coefficient. *Journal of Physics: Conference Series*, 908(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/908/1/012023>