

PENGEMBANGAN PANEL INTERIOR BERBASIS LIMBAH ONGGOK AREN SEBAGAI BIOMATERIAL BERKELANJUTAN DENGAN KARAKTERISTIK AKUSTIK

Suharyani^{1*}, Zayyan Anindya Faizin², Sarah Syifa Ramadhan³, Aulia Dwi Lestari⁴, Salma Salsabila Al-Ahnani⁵, Na'ila Fityatu Al-Ghoziyyah⁶, Gusti Dwi Prasetyo⁷, Muhammad Subkhan Alfaridzy⁸, Dewangga Mahendra Putra⁹

¹Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 5716*
Co Responden Email: suh892@ums.ac.id

Abstrak

Pertumbuhan aktivitas manusia akibat perkembangan teknologi dan sektor industri menyebabkan meningkatnya permasalahan kebisingan pada berbagai lingkungan, khususnya kawasan perkotaan dan ruang pendidikan. Kondisi tersebut mendorong kebutuhan terhadap pengembangan material akustik yang tidak hanya memiliki fungsi teknis, tetapi juga menerapkan prinsip keberlanjutan. Material panel akustik komersial yang umumnya berbasis bahan sintetis masih memiliki keterbatasan dari aspek lingkungan, biaya, dan efisiensi sumber daya. Penelitian ini bertujuan mengembangkan potensi limbah onggok aren (*Arenga pinnata*) sebagai material alternatif dalam pembuatan prototipe panel interior berbasis biomaterial dengan karakteristik fisik yang mendukung pengembangan material akustik berkelanjutan. Pemanfaatan onggok aren didasarkan pada karakteristik serat alami dan struktur berpori yang berpotensi mendukung proses penyerapan energi bunyi. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimen melalui tahapan pengolahan bahan, formulasi campuran, pencetakan panel, pengeringan, serta evaluasi karakteristik fisik material. Parameter pengamatan meliputi kestabilan struktur, kepadatan, kualitas permukaan, kekuatan material, dan aspek visual panel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi serat dan bubuk onggok aren mampu menghasilkan prototipe panel dengan struktur lebih homogen, stabil, dan memiliki karakteristik fisik yang berpotensi mendukung pengembangan material interior berbasis biomassa dengan karakteristik fisik yang mendukung fungsi akustik. Pemanfaatan limbah onggok aren berpotensi menjadi alternatif material interior berkelanjutan yang mendukung konsep arsitektur berbasis sumber daya lokal.

Keywords: Biomaterial berkelanjutan; Limbah biomassa; Onggok aren; Panel interior; Material berpori

I. PENDAHULUAN

Aspek kenyamanan akustik ruang menjadi elemen penting dalam perancangan interior, mengingat pengendalian suara dalam ruang memiliki pengaruh terhadap kualitas aktivitas, produktivitas, serta persepsi kenyamanan pengguna. Lingkungan binaan yang memiliki tingkat kebisingan tinggi dapat mengganggu konsentrasi, menurunkan performa aktivitas, serta memengaruhi persepsi kenyamanan penghuni. Permasalahan

tersebut banyak ditemukan pada berbagai tipe ruang, mulai dari hunian, ruang kerja, ruang pendidikan, hingga fasilitas publik seperti auditorium dan ruang pertemuan. Oleh karena itu, pengendalian kualitas akustik ruang menjadi bagian penting dalam strategi desain interior melalui penerapan material penyerap bunyi pada elemen bangunan seperti dinding, plafon, maupun panel dekoratif. Material akustik yang banyak digunakan saat ini masih didominasi oleh bahan

berbasis sintetis, seperti *glasswool* dan *rockwool*, karena memiliki kemampuan absorpsi suara yang baik. Namun, penggunaan material tersebut memiliki beberapa keterbatasan, terutama berkaitan dengan proses produksi, ketergantungan terhadap bahan non-terbarukan, serta potensi dampak kesehatan akibat pelepasan serat mikro pada kondisi tertentu. Zulfian dkk. (2023) menjelaskan bahwa pengembangan material akustik berbasis serat alam menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap material sintetis serta mendukung penerapan material interior yang lebih ramah lingkungan. Penelitian mengenai material penyerap suara berbasis serat alami menunjukkan bahwa struktur berpori pada biomaterial mampu meningkatkan kemampuan disipasi energi bunyi melalui mekanisme gesekan gelombang suara di dalam rongga material (Berardi & Iannace, 2015)

Salah satu sumber biomassa lokal yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai material alternatif adalah limbah ongkok aren. Limbah ini berasal dari proses pengolahan pati aren (*Arenga pinnata*), yaitu ketika bagian empulur batang aren dihancurkan dan mengalami proses ekstraksi untuk memperoleh kandungan pati. Proses tersebut menghasilkan residu padat berupa serat dan ampas organik yang dikenal sebagai ongkok aren. Industri pengolahan pati aren di Kabupaten Klaten menghasilkan limbah ongkok dalam jumlah besar, salah satunya di Desa Daleman yang dapat mencapai sekitar 600–700 kg per hari. Sebagian besar limbah tersebut belum dimanfaatkan secara optimal sehingga berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik (Nurgirisia dkk., 2026).

Selain jumlahnya yang melimpah, ongkok aren memiliki karakteristik material yang mendukung pengembangan biomaterial. Kandungan serat selulosa dan

lignoselulosa pada ongkok aren menjadikannya berpotensi sebagai bahan pengisi dalam material komposit (Antika dkk., 2023). Struktur serat alami yang terbentuk secara tidak beraturan menghasilkan rongga-rongga mikro yang memungkinkan terjadinya mekanisme penyerapan energi bunyi melalui pergerakan dan gesekan partikel udara di dalam pori material (Sari dkk., 2022). Karakteristik tersebut sejalan dengan penelitian mengenai material berserat alami yang menunjukkan bahwa tingkat porositas dan struktur jaringan serat memiliki pengaruh terhadap kemampuan absorpsi bunyi (Palmasi Syahputra & Elvaswer, 2023). Selain bagian serat panjang, fraksi bubuk halus ongkok yang masih mengandung pati juga memiliki potensi sebagai pengikat alami melalui proses gelatinisasi sehingga dapat membantu meningkatkan kohesi antartikel dalam pembentukan panel. Pengembangan material berbasis limbah biomassa tidak hanya mempertimbangkan aspek performa teknis, tetapi juga harus memperhatikan aspek estetika, kemudahan produksi, serta penerapan pada bangunan (*constructability*). Material interior yang dikembangkan perlu memiliki fleksibilitas bentuk, kestabilan struktur, dan kemudahan instalasi agar dapat diterapkan secara nyata dalam desain arsitektur. Oleh karena itu, penelitian ini mengarahkan pengembangan ongkok aren sebagai panel interior melalui pendekatan eksperimen material dengan mengombinasikan karakteristik serat panjang dan bubuk ongkok sebagai komponen penyusun panel.

Metode eksperimen dilakukan melalui tahapan pengolahan bahan, formulasi campuran, pencetakan panel, serta evaluasi terhadap karakteristik fisik material. Pengembangan panel memanfaatkan serat ongkok sebagai elemen pembentuk struktur berpori, sedangkan bubuk ongkok digunakan sebagai komponen pengisi sekaligus

pengikat alami untuk meningkatkan kepadatan material. Evaluasi difokuskan pada karakteristik fisik berupa kestabilan bentuk, kepadatan, kualitas permukaan, kekuatan material, dan tampilan visual panel sebagai dasar pengembangan material interior berkelanjutan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi transformasi limbah ongkok aren menjadi panel interior dengan karakteristik pendukung fungsi akustik yang memiliki nilai tambah secara fungsional dan ekologis. Pengembangan material ini diharapkan dapat menjadi alternatif biomaterial lokal yang mendukung konsep arsitektur berkelanjutan melalui pemanfaatan limbah industri pertanian sebagai material bangunan bernilai guna yang diberi nama panel "SONGGOUSTIC". Meskipun berbagai penelitian telah mengembangkan material akustik berbasis serat alami dan limbah biomassa, sebagian besar kajian masih berfokus pada pemanfaatan satu jenis serat atau limbah sebagai material penyerap bunyi tanpa mempertimbangkan aspek integrasi fungsi struktural dan estetika interior. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya memanfaatkan satu jenis limbah biomassa sebagai material penyerap bunyi, penelitian ini menawarkan pendekatan integrasi dua fraksi limbah ongkok aren dalam satu sistem komposit biomaterial. Serat ongkok aren berperan sebagai pembentuk struktur berpori, sedangkan bubuk ongkok dimanfaatkan sebagai matriks pengikat berbasis pati alami melalui proses gelatinisasi. Pendekatan tersebut diarahkan untuk menghasilkan panel interior berbasis biomassa yang tidak hanya memiliki karakteristik fisik stabil, tetapi juga memiliki nilai estetika serta karakteristik pendukung fungsi akustik. Berdasarkan pendekatan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe panel interior

berbasis limbah ongkok aren sebagai biomaterial berkelanjutan dengan mengevaluasi karakteristik fisik material yang dihasilkan.

II. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen berbasis pengembangan material (*material development experiment*) dengan pendekatan deskriptif untuk mengeksplorasi potensi limbah ongkok aren sebagai material panel interior dengan karakteristik pendukung fungsi akustik. Tahapan penelitian meliputi persiapan bahan, formulasi material, proses fabrikasi panel, pengeringan, serta evaluasi karakteristik fisik material.

Penelitian dilakukan di PESMA KH Mas Mansur, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Material utama yang digunakan berupa limbah ongkok aren (*Arenga pinnata*) dalam dua bentuk, yaitu serat alami dan bubuk halus. Serat ongkok digunakan sebagai pembentuk struktur berpori material, sedangkan bubuk ongkok dimanfaatkan sebagai bahan pengisi untuk meningkatkan kepadatan panel.



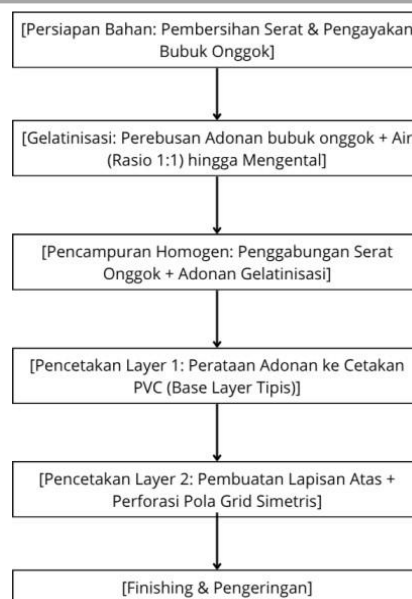
Gambar 2.1. Variasi Bentuk Material Limbah Ongkok Aren: (a) Bubuk Ongkok dan (b) Serat Ongkok

Selain itu, digunakan perekat alami berbasis pati tapioka tergelatinisasi sebagai matriks pengikat antarpartikel material.



Gambar 2.2. Proses Gelatinisasi Bubuk Ongkok Aren sebagai Matriks Pengikat Alami

Proses pembuatan panel dilakukan melalui metode pencetakan berlapis (*layering method*). Tahapan fabrikasi diawali dengan proses pembersihan dan persiapan serat ongkok, pengolahan bubuk ongkok melalui proses gelatinisasi, pencampuran material, pencetakan menggunakan cetakan PVC berukuran $20 \times 20 \times 1,5$ cm, serta proses pengeringan hingga mencapai kestabilan bentuk. Variasi eksperimen dilakukan untuk memperoleh formulasi panel dengan karakteristik fisik yang optimal. Parameter pengamatan dalam penelitian meliputi kepadatan material, kestabilan struktur, kerataan permukaan, kualitas visual, dan kondisi permukaan panel setelah proses pengeringan. Data diperoleh melalui observasi langsung dan dokumentasi visual terhadap hasil eksperimen. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan karakteristik setiap variasi panel untuk menentukan formulasi material yang paling sesuai sebagai prototipe panel interior dengan karakteristik pendukung fungsi akustik berbasis limbah biomassa.



Gambar 2.3. Diagram Alur Proses panel interior dengan karakteristik pendukung fungsi akustik Berbasis Limbah Ongkok Aren

Bagan alur tersebut menjelaskan tahapan proses pembuatan prototipe panel interior dengan karakteristik pendukung fungsi akustik berbasis limbah ongkok aren yang dilakukan secara bertahap. Proses diawali dengan tahap persiapan bahan melalui kegiatan pembersihan serat ongkok dan pengayakan bubuk ongkok untuk memperoleh material yang lebih homogen. Tahap berikutnya adalah proses gelatinisasi, yaitu pemanasan campuran bubuk ongkok dan air dengan perbandingan 1:1 hingga mencapai konsistensi tertentu sehingga dapat berfungsi sebagai matriks pengikat alami. Selanjutnya dilakukan proses pencampuran homogen dengan menggabungkan serat ongkok dan adonan hasil gelatinisasi agar terbentuk komposit material yang memiliki distribusi bahan merata. Setelah material tercampur, proses fabrikasi dilakukan melalui metode pencetakan berlapis (*layering method*), dimulai dari pembentukan lapisan dasar dengan meratakan adonan pada cetakan PVC, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan lapisan atas yang dilengkapi pola perforasi berbentuk grid simetris.

Tahap akhir berupa proses *finishing* dan pengeringan yang bertujuan untuk mengurangi kadar air, meningkatkan kestabilan struktur, serta menghasilkan panel dengan karakteristik fisik yang sesuai untuk tahap evaluasi material. Penggunaan serat alami berstruktur pori pada material panel berpotensi mendukung kemampuan penyerapan energi bunyi karena struktur berpori dapat membantu proses disipasi gelombang suara di dalam material.

Variasi komposisi material dilakukan untuk menganalisis pengaruh perbandingan antara serat ongkok, bubuk ongkok, dan perekat terhadap karakteristik fisik prototipe panel yang dihasilkan. Setiap perlakuan menggunakan formulasi material yang berbeda dengan tujuan memperoleh komposisi optimum dalam menghasilkan struktur panel yang stabil, homogen, serta memiliki kualitas permukaan yang baik. Rincian variasi komposisi material pada masing-masing perlakuan percobaan disajikan pada Tabel 2.1. Berdasarkan tabel percobaan pembuatan material dengan variasi ketebalan, diperoleh dua perlakuan dengan komposisi bahan yang sama, yaitu **bubuk ongkok sebesar 45%, serat ongkok sebesar 10%, dan perekat sebesar 45%**. Perbedaan utama pada kedua percobaan tersebut terletak pada hasil ketebalan produk yang dihasilkan.

Tabel 2.1 Variasi Komposisi Material Panel

Percobaan	Bubuk Ongkok (%)	Serat Ongkok (%)	Perekat (%)	Ketebalan (mm)
P1	45	10	45	3
P2	45	10	45	10

Pada percobaan P1, material menghasilkan ketebalan sebesar 3 mm, sedangkan pada percobaan P2 menghasilkan ketebalan sebesar 10 mm dengan komposisi bahan yang sama. Perbedaan ketebalan ini menunjukkan

bahwa variasi proses pencetakan atau jumlah bahan yang digunakan dalam proses pembentukan berpengaruh terhadap dimensi akhir material.

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, percobaan P2 dipilih dan digunakan pada penelitian karena memiliki ketebalan 10 mm. Ketebalan tersebut dinilai lebih sesuai dibandingkan P1 yang hanya memiliki ketebalan 3 mm, karena material dengan ketebalan lebih besar cenderung memiliki struktur yang lebih stabil, berkarakteristik akustik serta lebih representatif untuk dilakukan pengujian lanjutan. Oleh karena itu, formulasi pada percobaan P2 dengan komposisi 45% bubuk ongkok, 10% serat ongkok, dan 45% perekat digunakan sebagai komposisi terpilih dalam penelitian ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Poin Limbah yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua bentuk material, yaitu ongkok aren dalam bentuk bubuk halus dan serat alami. Pemilihan kedua jenis material tersebut didasarkan pada karakteristik fisiknya yang ringan, berserat, serta memiliki struktur berpori yang berpotensi mendukung mekanisme penyerapan energi bunyi. Serat ongkok berperan sebagai pembentuk struktur berongga pada panel, sedangkan bubuk ongkok dimanfaatkan sebagai material pengisi sekaligus komponen pembentuk matriks pengikat melalui proses gelatinisasi.

Pendekatan pengembangan material dalam penelitian ini memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan beberapa penelitian sebelumnya mengenai biomaterial berbasis limbah pertanian. Perbedaan tersebut terlihat pada jenis bahan baku, penggunaan bahan pengikat, metode fabrikasi, serta proses pengeringan yang diterapkan. Perbandingan pendekatan metodologi penelitian panel SONGGOUSTIC dengan penelitian terdahulu disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Perbandingan Metode Pengembangan Material Berbasis Limbah Biomassa

Parameter Metode	Eksperimen SONGGOUSTIC (2026)	Cerny dkk. (2024)	Du Keke dkk. (2022)
Bahan baku utama	Limbah padat ongkok aren (Arenga pinnata)	Limbah serat jerami (flax straw)	Serat jerami alami pertanian
Jenis perekat (binder)	Adonan ongkok alami (gelatinisasi air)	Pengikat mineral komersial	Resin/polimer sintetis
Teknik fabrikasi	Cetak manual berlapis + perforasi grid	Pencampuran porous homogen	Perlakuan biologis + Kempa panas
Metode pengeringan	Pengeringan alami/termal terkontrol	Pengeringan termal stabil (oven)	Pengondisian kelembaban stabil

Berdasarkan perbandingan pada Tabel 3.1, panel SONGGOUSTIC memiliki pendekatan pengembangan material yang berbeda dibandingkan penelitian terdahulu, terutama pada penggunaan kombinasi serat dan bubuk ongkok aren dalam satu sistem material. Penggunaan serat alami memungkinkan terbentuknya struktur berpori yang mendukung potensi karakteristik pendukung fungsi akustik, sedangkan bubuk ongkok yang mengandung pati dimanfaatkan sebagai matriks pengikat alami melalui proses gelatinisasi. Selain itu, metode fabrikasi berlapis yang diterapkan memberikan peluang pengembangan panel interior dengan karakter visual dan fleksibilitas bentuk yang lebih sesuai untuk kebutuhan desain arsitektur berkelanjutan.

3.1 Hasil Pengembangan Prototipe Panel SONGGOUSTIC

Berdasarkan hasil eksperimen pengembangan material, Percobaan 2 menghasilkan formulasi panel dengan karakteristik fisik paling optimal dibandingkan variasi sebelumnya. Panel yang dihasilkan memiliki bentuk lebih stabil, permukaan relatif rata, serta ikatan antar partikel yang lebih baik sehingga mampu mempertahankan struktur selama proses pengeringan.

Tabel 3.2 Perbandingan Karakteristik Fisik Panel pada Percobaan P1 dan P2

Parameter	P1	P2
Ketebalan	3 mm	10 mm
Stabilitas bentuk	cukup	baik
Retak permukaan	ada	tidak ada
Homogenitas	rendah	tinggi

Berdasarkan Tabel 3.2, percobaan P2 menunjukkan karakteristik fisik yang lebih baik dibandingkan P1. Peningkatan ketebalan panel dari 3 mm menjadi 10 mm memberikan pengaruh terhadap kestabilan bentuk material selama proses pengeringan. Selain itu, panel P2 menunjukkan kondisi permukaan yang lebih baik dengan tidak ditemukannya retak serta distribusi material yang lebih homogen. Oleh karena itu, formulasi P2 dipilih sebagai komposisi terbaik untuk pengembangan panel interior SONGGOUSTIC



Gambar 3.1. Prototipe Panel Interior SONGGOUSTIC Berbasis Limbah Ongkok Aren
Sumber: Dokumentasi Penulis (2026)

Keberhasilan formulasi tersebut dipengaruhi oleh kombinasi dua komponen utama, yaitu serat ongkok aren sebagai pembentuk struktur berpori dan bubuk ongkok sebagai matriks pengikat melalui proses gelatinisasi. Susunan serat alami menghasilkan karakter visual tidak homogen dengan rongga antarserat,

sedangkan matriks pengikat membantu meningkatkan kestabilan struktur panel tanpa menghilangkan karakter alami material.

3.2 Karakteristik Material SONGGOUSTIC sebagai panel interior dengan karakteristik pendukung fungsi akustik Berkelanjutan

Secara fisik, prototipe SONGGOUSTIC menunjukkan karakteristik yang memiliki kesesuaian dengan mekanisme kerja material penyerap bunyi berbasis pori (*porous sound absorber*), yaitu melalui keberadaan struktur berserat, rongga internal, dan permukaan material yang tidak sepenuhnya homogen. Karakteristik tersebut secara teoritis dapat mendukung proses disipasi energi bunyi melalui interaksi gelombang suara dengan struktur pori material. Menurut Asdrubali (2006), material akustik berbasis biomassa memiliki potensi sebagai material pengendali bunyi karena memiliki struktur ringan, berpori, dan berasal dari sumber daya terbarukan. Karakteristik tersebut memiliki keterkaitan dengan struktur SONGGOUSTIC yang memanfaatkan serat ongkok aren sebagai pembentuk jaringan berpori pada material panel. Kondisi ini berpotensi meningkatkan interaksi antara gelombang suara dan material. Hasil penelitian Syahputra dan Elvaswer (2023) menunjukkan bahwa struktur serat alami memiliki peluang sebagai material penyerap bunyi karena jaringan serat dan pori internal mampu meningkatkan proses absorpsi energi suara. Selain itu, Aziza dan Elvaswer (2022) menjelaskan bahwa material berbasis limbah organik memiliki potensi akustik yang dipengaruhi oleh karakteristik fisik seperti struktur pori dan komposisi material.

Berdasarkan kesesuaian karakteristik tersebut, SONGGOUSTIC berpotensi dikembangkan sebagai panel interior dengan karakteristik pendukung fungsi akustik berbasis biomassa lokal. Selain

memberikan fungsi material alternatif, pemanfaatan limbah ongkok aren juga mendukung pendekatan arsitektur berkelanjutan melalui pengurangan limbah dan penggunaan sumber daya terbarukan.

Namun demikian, penelitian ini masih terbatas pada evaluasi karakteristik fisik dan visual material. Kemampuan material dalam mereduksi maupun menyerap suara belum dapat dibuktikan secara kuantitatif melalui parameter akustik. Evaluasi performa akustik suatu material penyerap bunyi perlu dilakukan melalui pengujian standar, seperti pengukuran koefisien absorpsi bunyi (*sound absorption coefficient*) dan impedansi akustik menggunakan metode tabung impedansi (*impedance tube method*) untuk mengetahui karakteristik penyerapan suara secara lebih objektif (Berardi & Iannace, 2015; Palmasi Syahputra & Elvaswer, 2023). Selain itu, nilai *Noise Reduction Coefficient* (NRC) juga diperlukan untuk menggambarkan kemampuan material dalam menyerap energi suara pada rentang frekuensi tertentu (Asdrubali, 2006). Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk melakukan pengujian performa akustik menggunakan metode dan standar pengujian yang sesuai sehingga efektivitas panel SONGGOUSTIC sebagai material interior dengan karakteristik pendukung fungsi akustik dapat diketahui secara lebih akurat.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan prototipe panel interior berbasis limbah ongkok aren (*Arenga pinnata*) melalui pendekatan eksperimen material dengan memanfaatkan kombinasi serat ongkok dan bubuk ongkok sebagai komponen penyusun panel. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa formulasi pada Percobaan 2 menghasilkan karakteristik

fisik yang paling baik dibandingkan variasi sebelumnya berdasarkan kestabilan bentuk, kualitas permukaan, dan kemampuan material mempertahankan struktur selama proses pengeringan. Kombinasi serat sebagai pembentuk struktur berpori dan bubuk ongkok sebagai matriks pengikat alami mampu menghasilkan prototipe panel berbasis biomaterial dengan karakteristik visual dan struktural yang stabil.

Berdasarkan evaluasi karakteristik fisiknya, SONGGOUSTIC menunjukkan potensi untuk dikembangkan sebagai material panel interior dengan karakteristik pendukung fungsi akustik berbasis biomassa. Hal tersebut didukung oleh keberadaan struktur serat alami, rongga internal, dan porositas material yang secara teoritis berperan dalam mekanisme disipasi energi bunyi melalui interaksi gelombang suara dengan jaringan pori material (Berardi & Iannace, 2015; Oldham et al., 2011). Namun, validasi terhadap kemampuan penyerapan suara masih memerlukan pengujian kuantitatif melalui parameter koefisien absorpsi bunyi, NRC, dan impedansi akustik sebagaimana umum diterapkan dalam karakterisasi material akustik (Asdrubali, 2006; Palmasi Syahputra & Elvaswer, 2023).

Pemanfaatan limbah ongkok aren juga menunjukkan peluang penerapan konsep ekonomi sirkular dalam bidang arsitektur melalui transformasi limbah industri pengolahan aren menjadi material interior bernilai tambah.

Berdasarkan evaluasi karakteristik fisiknya, prototipe SONGGOUSTIC karakteristik fisik yang memiliki kesesuaian dengan mekanisme kerja material akustik berbasis biomassa, terutama melalui keberadaan struktur serat alami, rongga internal, porositas, dan permukaan material yang tidak homogen. Karakteristik tersebut secara teoritis berpotensi mendukung mekanisme penyerapan energi bunyi melalui interaksi gelombang suara dengan

jaringan serat dan pori material. Dengan demikian, pemanfaatan limbah ongkok aren memiliki peluang untuk dikembangkan sebagai alternatif material panel interior dengan karakteristik pendukung fungsi akustik yang berkelanjutan serta berbasis sumber daya lokal.

Selain aspek fungsional, penelitian ini juga menunjukkan potensi penerapan konsep ekonomi sirkular dalam bidang arsitektur melalui transformasi limbah industri pengolahan aren menjadi material bernilai tambah.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengembangan prototipe panel interior berbasis limbah ongkok aren, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan limbah biomassa tersebut memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai material interior berkelanjutan. Kombinasi serat alami dan bubuk ongkok mampu menghasilkan prototipe panel dengan karakteristik fisik yang dipengaruhi oleh variasi komposisi material. Adapun kesimpulan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Limbah ongkok aren dapat ditransformasikan menjadi prototipe panel interior melalui kombinasi serat alami dan bubuk ongkok sebagai komponen penyusun material.
2. Variasi komposisi material menghasilkan perbedaan karakteristik fisik panel, terutama pada aspek kestabilan struktur, kepadatan, dan kualitas permukaan.
3. Prototipe panel SONGGOUSTIC menunjukkan potensi sebagai biomaterial interior berkelanjutan berbasis limbah pertanian lokal.

Namun, penelitian ini masih terbatas pada tahap pengembangan prototipe dan evaluasi karakteristik fisik material. Pengujian lanjutan berupa pengukuran koefisien absorpsi bunyi (*sound absorption*)

coefficient), nilai *Noise Reduction Coefficient* (NRC), impedansi akustik, serta pengujian ketahanan terhadap kelembapan masih diperlukan untuk memvalidasi performa akustik dan meningkatkan kesiapan aplikasi SONGGOUSTIC sebagai panel interior.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Antika, A.R., Ashara, H.A., Setiabudi, B. and Hartono (2023) 'Pemanfaatan limbah ongkok aren dan ampas tebu sebagai inovasi batako ramah lingkungan', *PILARS: Jurnal Sipil dan Arsitektur*, 1(2), pp. 16–22.
- Arenas, J.P. and Crocker, M.J. (2010) 'Recent trends in porous sound-absorbing materials', *Sound and Vibration*, 44(7), pp. 12–18.
- Asdrubali, F. (2006) 'Survey on the acoustical properties of new sustainable materials for noise control', *Acta Acustica united with Acustica*, 92, pp. 89–98.
- Aziza, Y. and Elvaswer (2022) 'Pengaruh ketebalan panel akustik dari limbah kulit durian terhadap koefisien absorpsi dan impedansi akustik', *Jurnal Fisika Unand*, 11(2), pp. 208–213.
- Berardi, U. and Iannace, G. (2015) 'Acoustic characterization of natural fibers for sound absorption applications', *Building and Environment*, 94, pp. 840–852.
- Cerny, P., Babenko, M. et al. (2024) 'Complex study of the composite building material based on flax straw organic waste: Hygrothermal and physicochemical properties', *Waste and Biomass Valorization*, 15(4), pp. 2231–2247.
- Du, K.K., Yong, C. et al. (2022) 'Study on characteristics of straw fiber by biological pretreatment and properties of its composites', *Journal of Zhejiang A&F University*, 39(4), pp. 869–875.
- Husna, A., Daulay, Z.A. and Daulay, A.H. (2023) 'Analisis tingkat redam bunyi dari beberapa jenis bahan akustik kain perca', *Fisitek: Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi*, 7(2).
- Jayamani, E., Hamdan, S., Rahman, M.R. and Bakri, M.K.B. (2014) 'Comparative study of dielectric properties of hybrid natural fiber composites', *Composites Part B: Engineering*, 58, pp. 485–490.
- Koizumi, T., Tsujiuchi, N. and Adachi, A. (2002) 'The development of sound absorbing materials using natural bamboo fibers', *High Performance Structures and Materials*.
- Korjenic, A., Petr nek, V., Zach, J. and Hroudov , J. (2011) 'Development and performance evaluation of natural thermal-insulation materials composed of renewable resources', *Energy and Buildings*, 43(9), pp. 2518–2523.
- Mahreni, M. et al. (2019) 'Pemanfaatan limbah pati ongkok sebagai bahan baku produk bernilai tambah', *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*.
- Neusser, M. et al. (2023) 'Evaluation of the acoustic and environmental performance of different wall structures with particular emphasis on straw', *Journal of Building Engineering*, 66, Article 105922.
- Nurgirisia, N., Margono, Waluyo, J., Wibowo, W.A., Pranolo, S.H., Sembodo, B.S.T. and Susanti, A.D. (2026) 'Pemanfaatan limbah ongkok aren sebagai bahan baku pupuk kompos menggunakan aktivator EM-4 dan molase sebagai upaya pemberdayaan masyarakat Daleman, Klaten', *J-Dinamika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 11(1), pp. 43–48.
- Oldham, D.J., Egan, C.A. and Cookson, R.D. (2011) 'Sustainable acoustic absorbers from agricultural waste products', *Applied Acoustics*, 72(6), pp. 350–363.
- Palmasi Syahputra, R. and Elvaswer (2023) 'Karakteristik koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari serat alam dengan menggunakan metode tabung impedansi', *Jurnal Fisika Unand*, 12(3), pp. 386–392.

Sari, N.H., Pradika, S., Suteja, S. and Fudholi, A. (2022) 'Karakteristik serapan bunyi komposit serat alam sebagai efisiensi energi pada elemen arsitektural ruang', *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(2), pp. 485–492.

Warong, M.M. and Santi, S.W.R. (2019) 'Papan partisi dari buangan limbah padat industri ongkok sebagai sarana peredam suara', *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.

Yang, H.S., Kim, D.J. and Kim, H.J. (2003) 'Rice straw–wood particle composite for sound absorbing wooden construction materials', *Bioresource Technology*, 86(2), pp. 117–121.

Zulfian, Z., Sukania, I.W. and Pratiwi, I. (2023) 'Analisis serat alam sebagai alternatif pengganti glasswool pada panel akustik interior yang ramah lingkungan', *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 11(3), pp. 211–218.