

Panel Bulu Ayam sebagai Material Dinding Ramah Lingkungan

*Ansarullah Faha¹, Mukhtar Thahir Syarkawi², Muhammad Tayeb Mustamin³

¹Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Indonesia

²Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Indonesia

³Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Khairun Ternate, Indonesia

Email: ansarullah.ansarullah@umi.ac.id

*Penulis korespondensi, Masuk: 02 Mar. 2022, Revisi: 07 Agt. 2022, Diterima: 12 Agt. 2022

ABSTRAK: Bulu ayam merupakan sampah hasil penyembelihan ayam pedaging, apabila tidak segera diolah dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Namun limbah bulu ayam memiliki potensi ekonomi yang menjanjikan. Penelitian ini bertujuan dilakukan eksperimen terhadap limbah bulu ayam, diolah menjadi sebuah material dinding sehingga dibutuhkan perlakuan dan komposisi yang tepat dalam membentuknya menjadi material dinding ramah lingkungan. Metodenya adalah rekayasa eksperimental dengan penggunaan limbah bulu ayam yang sudah dibersihkan dan di cacah sebagai bahan baku utama dan dua bahan perekat alternatif yang digunakan (PVAc dan Semen putih). Hasil dari beberapa eksperimen ditemukan komposisi dan perlakuan yang tepat dalam membentuk material limbah bulu ayam menjadi panel dinding menyatu dengan baik yakni dengan bulu ayam dicacah halus dan pembentukan panel komposisi (70% bulu ayam : 30% lem + air). Produk penelitian ini kedepan dapat menjadi material baru dalam pemenuhan akan material dinding bangunan yang berkualitas dan ekonomis, serta memberi referensi baru dibidang arsitektur tentang salah satu alternatif material ramah lingkungan.

Kata kunci: Bulu ayam, Limbah, Material dinding, Panel, Ramah lingkungan

ABSTRACT: Chicken feathers are waste generated from poultry slaughter. If not processed immediately, they can cause environmental pollution. However, chicken feather waste has promising economic potential. This research aims to conduct experiments on chicken feather waste to transform it into a wall material, requiring appropriate treatment and composition to form an environmentally friendly wall material. The method used is experimental engineering, utilizing cleaned and chopped chicken feather waste as the main raw material, along with two alternative adhesive materials (PVAc and white cement). Through several experiments, the appropriate composition and treatment for forming the chicken feather waste material into well-integrated wall panels were discovered, which involve finely chopping the feathers and forming panels with a composition of (70% chicken feathers : 30% adhesive + water). This research product can potentially become a new material for quality and cost-effective building walls, providing a fresh reference in the field of architecture regarding alternative environmentally friendly materials.

Keywords: Chicken feathers, Waste, Wall materials, Panels, Eco-friendly

1. PENDAHULUAN

Populasi penduduk di Indonesia terus meningkat dan akan berdampak munculnya masalah lingkungan diantaranya limbah [1]. Limbah merupakan sampah atau sisa buangan dari suatu kegiatan atau usaha manusia yang bisa berdampak terhadap masyarakat jika dibiarkan dan tidak dikelola dengan baik, menimbulkan masalah lingkungan, sumber penyakit dan mengganggu pernafasan karena menimbulkan bau dan pemandangan yang tidak elok dipandang mata, dan limbah berasal dari suatu kegiatan tertentu yang beraneka ragam, mulai

dari rumah tangga, pabrik, dan kegiatan lainnya [2].

Usaha rumah potong ayam merupakan salah satu kegiatan yang memproduksi limbah, dan peningkatan limbah akan terus meningkat seiring konsumsi daging ayam setiap tahunnya meningkat, dikarenakan daging ayam adalah merupakan makanan yang sangat digemari oleh setiap kalangan dan harganya juga dapat terjangkau oleh setiap kalangan masyarakat, hal ini terlihat dari penjualan daging ayam yang ada dimana mana, mulai dari pasar tradisional, pasar modern sampai kepada penjual ayam keliling

disetiap harinya [3, 4, 5]. Diketahui bahwa disetiap satu ekor ternak unggas yang terpotong terdapat bulu 6% dari bobot hidup, dengan bobot potong $\pm 1,5$ kg dan umur pemotongan unggas sekitar 35 hari [6, 7], hal ini dapat dikatakan bahwa ketersediaan dan kontinuitas bahan baku bulu ayam dalam pengolahannya akan cukup terjaga. Produksi ayam pedaging di Sulawesi Selatan meningkat disetiap tahunnya hingga 2 juta ekor per tahun seiring dengan kebutuhan masyarakat, sehingga produksi limbah sebanyak 150 ton dapat dihasilkan disetiap tahunnya.

Banyak peneliti yang mencoba mengungkap akan potensi limbah bulu ayam dalam pengolahannya menjadi panel, termasuk peneliti yang secara kontinu terus mengembangkan penelitian pemanfaatan limbah bulu ayam sebagai material dinding bangunan dan material daur ulang, diantaranya; telah diteliti penggunaan limbah bulu ayam sebagai bahan utama pembuatan panel akustik [8]. Penelitian akan material alami sebagai panel akustik [9, 10, 11, 12, 13]. Metode dan teknologi pengolahan diperlukan dalam rangka mengurangi ancaman terhadap lingkungan sekitar [14].

Permasalahan limbah bulu ayam dapat sangat mengganggu apabila tidak segera diolah atau dimanfaatkan dan karena ketersediaanya cukup melimpah sehingga limbah bulu ayam menjadi bahan yang sangat realistis dipertimbangkan sebagai bahan baku pembuatan panel.

Papan partikel atau panel merupakan jenis material komposit yang merupakan material partikel yang terikat kemudian dipadatkan dan dipanaskan. Ukuran partikel, perekat, jenis dan campuran partikel merupakan faktor yang mempengaruhi mutu papan partikel [15]. Produk panel yang dihasilkan dengan memanfaatkan partikel-partikel material pengikatnya pada perekat merupakan papan partikel [16]. Satu jenis bahan baku, akan memiliki kualitas struktural yang lebih baik apabila dibuat dengan campuran berbagai jenis partikel, bentuk dan ukuran partikel akan berpengaruh kekuatan stabilisasi dimensi panel.

Tujuan adalah melakukan eksperimen untuk mendapatkan formula campuran antara bulu ayam yang dicacah dengan perekat berupa lem yang dicampur dengan air. Dari penelitian ini dengan secara kontinu peneliti terus melakukan penelitian dalam mengolah dan memanfaatkan serta mengembangkan eksperimen guna menciptakan sebuah material panel dinding ramah lingkungan, yang nantinya dapat diproduksi dan diaplikasikan pada bidang material arsitektur, sehingga bisa memberi referensi baru dalam ilmu pengetahuan bidang arsitektur tentang material panel yang ramah lingkungan, mudah didapat dan diolah, sehingga semakin banyak pilihan untuk mewujudkan ruangan yang sesuai kebutuhan dan keinginan dari

desain, sehingga penelitian ini merupakan novelty atau kebaharuan dari penelitian akan pemanfaatan limbah bulu ayam menjadi material panel akustik ramah lingkungan.

2. METODE

Penelitian panel bulu ayam sebagai material dinding ramah lingkungan akan dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia yang merupakan bahagian dari tugas dan tanggung jawab sebagai peneliti dan pendidik pada institusi tersebut.

Pemanfaatan dan pengolahan sampah bulu ayam menjadi produk panel dinding diharapkan sebagai material alternatif baru pada material dinding bangunan dibidang Arsitektur.

Pada penelitian ini akan dilakukan eksperimental, memanfaatkan bulu ayam sebagai bahan utama dengan semen putih dan PVAc sebagai perekat dan air sebagai pelarutnya, yang nantinya akan dibentuk menjadi material panel yang penerapannya pada dinding ruang.

2.1. Alat

2.1.1. Alat Cuci

Alat pembersihan dan pencucian limbah bulu ayam, seperti baskom, penyaring, selan air, cairan penghilang bau, cairan pemutih dan cairan pengawet (formalin), agar kuman yang berada pada limbah bulu ayam akan hilang sehingga kekwatiran akan adanya kuman pada bulu ayam sudah tidak ada dan sangat steril untuk di kembangkan dalam penelitian.



Gambar 1. Alat dan bahan untuk proses pencucian limbah bulu ayam

2.1.2. Alat Cetak

Alat cetak, alat aduk, alat cetak panel, alat press oven, timbangan, pelastik tipis dan lain lain.



Gambar 2. Alat yang dipergunakan pada proses pembuatan panel

Alat dan bahan pada gambar merupakan perlengkapan dari peneliti dalam ber eksperimen untuk membentuk dan memanfaatkan limbah bulu ayam menjadi sebuah produk material yang ramah lingkungan.

Pada proses eksperimen pembentukan panel bulu ayam dengan material utama limbah bulu ayam yang telah bersih, dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu: 1. Bulu ayam yang telah dicuci bersih akan dimasukkan pada wadah cetakan yang telah di persiapkan, bentuk lingkaran dan persegi. 2. Bulu ayam akan disatukan dengan salah satu perekat yang telah dipersiapkan dengan cara mengaduk pada alat yang telah disiapkan. 3. Sebelum diaduk dan disatukan antara bulu dan bahan perekat, peneliti mencoba ber eksperimen untuk mencari komposisi yang tepat dalam membentuk panel, antara bulu ayam dan perekat serta air yang akan dipergunakan sehingga dibutuhkan alat ukur (timbangan) untuk mengatur komposisi dan berat material. 4. Selanjutnya dilakukan penekanan atau pengepresan guna membentuk panel yang direncanakan. 5. Bahan yang telah dipress akan dikeringkan dengan menggunakan oven listrik. 6. Panel yang telah dibuat dan dibentuk dianalisa, dari berbagai eksperimen pembentukan, panel yang dapat terbentuk dengan baik dengan perlakuan dan komposisi bahan yang tepat dapat dijadikan rujukan dalam tahap pembentukan panel selanjutnya.

2.2. Bahan

2.2.1. Limbah Bulu

Limbah bulu ayam dikumpulkan dari beberapa rumah potong ayam di sekitar Makassar-Maros, sebagai mitra dalam penelitian dalam menyediakan bahan baku limbah bulu ayam, yang kemudian akan dicuci bersih dan diberi cairan penghilang bau, cairan pemutih, yang selanjutnya diberi zat pengawet atau cairan formalin supaya bersih, tidak berbau dan steril dari kuman.



Gambar 3. Limbah Bulu Ayam

Pada penelitian ini akan dipergunakan dua alternatif perekat, yakni perekat berupa pasta dan bahan serbuk, karena kedua material ini termasuk material yang mudah didapat dan harganya cukup terjangkau. Kedua bahan ini akan dipergunakan sebagai perekat dalam rencana pembentukan material panel dinding dan didalam pengolahannya dan pembentukan panel diperkirakan akan mudah karena dalam penggunaannya Cuma menggunakan air bersih sebagai pelarut, sehingga akan terlihat yang mana dari perekat ini yang cocok untuk di gabungkan dengan bulu ayam sehingga bisa terbentuk menjadi panel sesuai yang direncanakan dan diharapkan peneliti.



Gambar 4. Bahan perekat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Penelitian ini telah dilakukan beberapa kali eksperimen dan perlakuan untuk menemukan komposisi dan perlakuan yang tepat dalam proses pembentukan atau pembuatan panel dengan memanfaatkan limbah bulu ayam yang dicampur dengan PVAc atau semen putih.

3.1. Pembuatan Panel dengan Bulu Ayam Utuh



Gambar 5. Panel Bulu Ayam Utuh

Pada eksperimen pembuatan panel dengan bulu utuh Gambar 5, dianggap gagal dikarenakan, panel yang sudah dibentuk setelah kering bulu yang memiliki karakter elastis kembali pada bentuk semula.

3.2. Pembuatan Panel dengan tekanan yang sangat keras dan tinggi

Pada eksperimen kedua, panel yang telah dibentuk dipadatkan dengan tekanan press yang sangat tinggi, yakni tekanan press 4 ton, dan sebagaimana karakter dari bulu dari studi literatur, diketahui mengandung keratin dengan sifat bulu yang licin sehingga apabila panel ayam terbentuk dan ditekan dengan keras akan berakibat segala unsur dari pembuatan panel akan lepas dan panelnya tidak terbentuk dan gagal.



Gambar 6. Panel Bulu Ayam Utuh dengan Tekanan Tinggi

3.3. Pembuatan Panel Tanpa Komposisi Bahan

Pada eksperimen ketiga, dilakukan dengan dan tanpa komposisi bahan sehingga panel yang telah dibentuk setelah kering akan terhambur kembali Gambar 7.



Gambar 7. Panel dibentuk tanpa komposisi bahan



Gambar 8. Panel dibentuk dengan cetakan tipis

3.4. Pembuatan panel dengan cetakan tipis

Pada eksperimen panel berikutnya, dilakukan dengan menggunakan cetakan panel yang sangat tipis, terbuat dari kaleng biskuit, disaat proses pemadatan material yang ditekan kondisi cetakan tidak bisa mempertahankan bentuk, sehingga hasil panel tidak terbentuk sesuai modul yang diharapkan, Gambar 8.

3.5. Pembuatan panel dengan alas kertas

Pada eksperimen selanjutnya dilakukan dengan menggunakan alas cetakan dari kertas, material pembuat panel adalah PVAc, sehingga saat panel dipadatkan dan kering maka kertas sebagai alas cetakan melekat pada material bulu, saat cetakan dilepas material bulu pun ikut pada alas cetakan sehingga hasilnya, permukaan panel tidak rata pada permukaannya.



Gambar 9. Panel dibentuk dengan alas bahan kertas



Gambar 11. Pengeringan dalam oven listrik dengan suhu 200 °C

3.6. Pembuatan panel dengan perekat sedikit (15%)

Pada eksperimen selanjutnya, penggunaan material bulu pada pembuatan panel terlalu besar yakni 80% sementara perekat yang dipergunakan kurang cuma 20%, dan penggunaan air sebagai pelarut terlalu besar menyebabkan kualitas perekat berkurang dan hilang sehingga hasil panel kelihatan sangat rapuh.



Gambar 10. Panel dibentuk dengan perekat 20%

3.7. Pembuatan panel dengan proses pengeringan oven lama dengan suhu 200 °C

Pada eksperimen berikutnya, waktu yang dipergunakan dalam proses pemanasan atau pengeringan di dalam oven listrik terlalu lama dengan suhu 200 °C, sehingga material panel kelihatan hangus dan gosong.

3.8. Pembuatan panel dengan bahan perekat (50%)

Pada eksperimen berikutnya, penggunaan material lem terlalu sebagai material perekat terlalu besar yakni 50%, sehingga setelah terbentuk sampel panel dalam kondisi sangat kaku dan kelihatan mengkilap, membuat sampel ini dikategorikan gagal.



Gambar 12. Panel dibentuk dengan perekat 50%

3.9. Pembuatan panel bahan campuran semen putih

Pada eksperimen terakhir, peneliti mencoba menggunakan material semen putih sebagai bahan perekat yang dicampur air dan bulu, dengan perbandingan komposisi 70% bulu ayam : 30% perekat semen putih ditambah air secukupnya, hasilnya cukup bagus cuma kondisi panel sangat padat dan berat sehingga diprediksi dapat menjadi material panel dinding.



Gambar 13. Panel dibentuk dengan semen putih

3.10. Penentuan Komposisi dan Bahan Panel

Pada penelitian ini ada dua variabel perlakuan yang dilakukan oleh peneliti dalam menganalisis panel bulu ayam yang telah dibentuk untuk dijadikan sebagai material dinding dan material akustik diantaranya:

1. Pencampuran bulu ayam dengan PVAc.
2. Pencampuran bulu ayam dengan Semen putih.

Dari berapa eksperimen yang telah dilakukan, peneliti mencoba menganalisis semua hasil yang didapat dari sekian banyak eksperimen, maka dilakukan kembali eksperimen dengan perlakuan sedikit berbeda dari beberapa eksperimen sebelumnya, bulu ayam yang telah dicuci bersih harus dicacah atau digiling halus supaya dalam proses pembentukan panel akan lebih mudah dibentuk, selanjutnya dilakukan perlakuan bahan terpakai bulu ayam dan perekat PVAc atau bulu ayam dengan perekat semen putih, komposisi bahan terpilih 70% untuk bulu ayam sebagai bahan baku utama dan 30% perekat PVAc sebagai bahan pembentuk dan air secukupnya sebagai bahan pelarut atau penyatu dari dua bahan dengan unsur yang berbeda, dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 14 dan 15.



Gambar 14. Panel dibentuk dengan pencampuran 70% bulu ayam dan 30% perekat PVAc

Dapat diperlihatkan pada spesifikasi, bahwa metode dan perlakuan untuk membuat sebuah panel dengan bahan bulu ayam dan perekat PVAc, dapat terbentuk dengan baik sehingga dapat direkomendasi

untuk pembuatan panel panel selanjutnya yang bahannya dari bulu ayam dan perekat PVAc, dan selanjutnya dilakukan juga eksperimen dengan bahan pembentuk bulu ayam dan semen putih dengan komposisi yang sama yakni 70:30.



Gambar 15. Panel dibentuk dengan pencampuran 70% bulu ayam dan 30% perekat Semen putih

Dari hasil kedua eksperimen diatas maka didapat komposisi bahan yang cocok dan sesuai dengan peruntukannya sebagai panel, yakni dengan komposisi 70 : 30 + air secukupnya. 70% untuk bulu ayam yang telah dicacah halus dan 30% untuk bahan Perekat (PVAc atau Semen putih).

Dari kedua bahan yang dipergunakan dalam pencampuran dengan bulu ayam untuk membentuknya menjadi sebuah panel, masing-masing bahan memiliki sifat dan karakter sesuai bahan yang dipergunakan untuk material PVAc dengan komposisi 70% untuk bulu ayam dan 30% untuk PVAc, material yang terbentuk lebih ringan dan berserat sehingga nanti cocok digunakan sebagai material Akustik, sedangkan pada pencampuran bulu dengan semen putih hasilnya lebih berat dan padat sehingga cocok diperuntukkan untuk material panel dinding

Tabel 1. Spesifikasi Pembuatan Panel

Spesifikasi	Perlakuan
Bulu Ayam Dicacah Halus	70%
Perekat Semen putih	30%
Air	secukupnya
Pemadatan	sedang
Tekanan	2 ton/cm ²
Tebal	0,9 cm
Berat	28,4 gram
Volume	70,65 cm ³
Kerapatan	0,40 gr/ cm ³

Dua variabel yang dilakukan semuanya merupakan unsur pembentuk panel yang ramah lingkungan, karena telah termanfaatkan yang selama ini dianggap sampah atau tidak termanfaatkan sehingga kadang dibakar dan ditanam yang kesemuanya dapat merusak

lingkungan, dengan penelitian ini limbah bulu ayam dapat berguna dengan cara diolah menjadi material dinding yang ramah lingkungan sehingga akan menjadi suatu kebaruan dalam penelitian ini.

3.11. Penentuan Kerapatan Panel

Salah satu sifat yang penting bagi papan partikel, adalah kerapatan, makin tinggi kerapatan makin baik kekuatannya [17], Kerapatan rendah dapat meningkatkan kecepatan suara, sound damping, dan koefisien absorpsi suara terutama penyerapan suara berfrekuensi rendah [18]. Bulu ayam memiliki sifat unik - termasuk kerapatan relatif rendah dan sifat isolasi termal dan akustik yang baik [19].

Dalam penentuan kerapatan material panel bulu ayam peneliti mengacu pada klasifikasi papan partikel berdasarkan kerapatannya yaitu: 1. Low Density Particleboard (Papan partikel berkerapatan rendah.) Papan partikel yang mempunyai kerapatan kurang dari 37 lb/ft³ atau berat jenis kurang dari 0,59 g/cm³. 2. Medium Density Particleboard (Papan partikel berkerapatan sedang). Papan partikel yang mempunyai kerapatan kurang dari 37-50 lb/ft³ atau berat jenis kurang dari 0,59-0,80 g/cm³. 3. High Density Particleboard (Papan partikel berkerapatan tinggi). Papan partikel yang mempunyai kerapatan lebih dari 50 lb/ft³ atau berat jenis lebih dari 0,8 g/cm³.

Klasifikasi berdasarkan kerapatannya menurut FAO (1958) dan USDA (1955) dalam (Sudarsono, Rusianto, dan Suryadi 2010)

Tabel 2. Klasifikasi papan serat

	g/cm ³	Lb/ ft ³
Tidak ditekan		
Papan serat lunak agak kaku, SRF (semi rigid)	0,02 – 0,15	1,25 – 9,5
Papan serat lunak kaku, RF (rigid)	0,15 – 0,40	9,5 - 25
Ditekan		
Papan serat sedang (MDF)	0,40 – 0,80	25 - 50
Papan serat keras (Hardboard/HF)	0,80 – 1,20	75 - 90
Papan serat spasial (SDHF)	1,20 – 1,45	75 - 90

Adapun cara mengukur densitinya adalah dengan formula:

$$\rho = mv \quad (1)$$

$$\nu = \pi r^2 t \quad (2)$$

Dimana: ρ = density, m = massa, v = volume, t = tebal.

Dari persamaan 1 dan 2 serta eksperimen yang telah dilakukan maka dibuat tabel untuk mengetahui kerapatan masing-masing bahan yang

akan dipergunakan pada penelitian dan eksperimen selanjutnya.

Berdasarkan klasifikasi standar designation 1554-67 dan rekomendasi ASTM 1974 [20], maka kerapatan material panel dikategorikan sebagai Low Density Particle Board (kerapatan kurang dari 37 lb/ft³ atau berat jenis kurang dari 0,59 g/cm³ merupakan Papan partikel berkerapatan rendah).

Tabel 3. Nilai rata-rata density untuk tiap tebal perlakuan sampel uji

Perlakuan Sampel Uji	PVAc	Semen Putih
Massa rata-rata, m (gr)	26.6	28.4
Volume, v (cm ³)	70.65	70.65
Density, ρ (gr/cm ³)	0.38	0.40

Rasio kekuatan per berat jenis dari komposit bulu ayam lebih tinggi dibandingkan material rekayasa lainnya seperti baja, aluminium, plastik, maupun komposit fiberglass, apabila bulu ayam dibuat menjadi material komposit [20].

Karena ketersediaannya yang melimpah dan sifat-sifat fisik bulu dan batangnya yang secara teoritis mampu menjadi bahan akustik yang baik sehingga limbah bulu ayam ini menjadi bahan yang realistis dipertimbangkan sebagai bahan utama pembuatan panel [21].

4. KESIMPULAN

Penelitian akan panel bulu ayam sebagai material dinding ramah lingkungan telah dilakukan dengan beberapa kali eksperimen guna menemukan komposisi dan perlakuan yang cocok dalam mengolah limbah bulu ayam menjadi sebuah panel dinding yang ekonomis dan ramah lingkungan, dengan kesimpulan sebagai berikut: Pada proses pembentukan panel sebaiknya tidak dilakukan dengan bulu utuh tapi dengan bulu dicacah halus untuk mempermudah proses pembentukan panel. Komposisi yang tepat dalam pembuatan panel adalah 70% bulu ayam : 30% perekat : air secukupnya. Pemanfaatan panel untuk material akustik direkomendasikan dengan pencampuran PVAc dengan kerapatan 0,38 sedangkan untuk material dinding pencampuran dengan semen putih dengan kerapatan yang didapat 0,40.

Pada penelitian ini merupakan penelitian awal dari pengembangan pengolahan bulu ayam menjadi sebuah material panel dan merupakan penelitian berkelanjutan yang diusahakan menjadi sebuah material alternatif baru ke depan dalam bidang material Arsitektur sehingga dibutuhkan studi literatur dan pengembangan eksperimen secara kontinu, guna mencapai tujuan yakni kebaruan penelitian dengan pemanfaatan limbah bulu ayam dapat dibentuk menjadi material

panel yang ekonomis dan ramah lingkungan.

Teknologi, Penelitian akan Panel Bulu Ayam sebagai Material Dinding Ramah Lingkungan dapat diterima dan didanai.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Atas dukungan dari Lembaga Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya (LP2S) Universitas Muslim Indonesia, kami ucapkan banyak banyak terimakasih sehingga proses pengajuan penelitian ke Lembaga Pengelola Dana Pendidikan Kementerian Keuangan dan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan

Kepada Bapak Ketua Prodi Teknik Arsitektur dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia serta jajarannya diucapkan banyak terima kasih dan telah mendukung peneliti dalam pengembangan penelitian dalam rangka pelaksanaan serta penerapannya Program Pemerintah Kampus Merdeka - Merdeka Belajar (MBKM) .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Sudrajat, D. Liando, and S. Sampe, "Implementasi Kebijakan Pengelolaan Sampah dan Retribusi Pelayanan Kebershan di Kota Manado," *Jurnal eksekutif*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [2] I. Lubis, T. E. B. Soesilo, and R. W. Soemantojo, "Pengelolaan Air Limbah Rumah Potong Hewan di RPH X, Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat (Wastewater Management of Slaughterhouse in Slaughterhouse X, Bogor City, West Java Province)," *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, vol. 25, no. 1, pp. 33–44, 2020.
- [3] R. Rahim, A. Kusno, N. Jamala *et al.*, "Utilization of waste of chicken feathers and waste of cardboard as the material of acoustic panel maker," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 126, no. 1. IOP Publishing, 2018, p. 012036.
- [4] R. Rahim *et al.*, "Pemanfaatan Limbah Bulu Ayam Sebagai Material Pembuat Panel Akustik," 2016.
- [5] "Acoustic Panel Chicken Feather Waste Environmentally Friendly, author=Ansarullah, Mr and Rahim, Ramli and Hamzah, Baharuddin and Kusno, Asniawaty and Tayeb, Muhammad," *International Journal of Civil Engineering and Technology*, vol. 11, no. 02, 2020.
- [6] A. Faharuddin, M. T. Sarkawi, and S. Hartono, "Analisis Topografi Panel Bulu Ayam Sebagai Material Dinding," *LOSARI: Jurnal Arsitektur Kota dan Pemukiman*, pp. 59–68, 2022.
- [7] A. Faharuddin, S. Hartono, and M. T. Sarkawi, "Pemanfaatan Limbah Bulu Ayam Sebagai Material Panel Dinding Ramah Lingkungan Sebagai Bentuk Penerapan MBKM," *Window of Community Dedication Journal*, pp. 146–154, 2021.
- [8] R. R. A. Ansarullah and A. Kusno, "Potensi Limbah Bulu Ayam Menjadi Material Panel Dinding Akustik," *Temu Ilm Ikut Peneliti Lingkung Binaan Indones*, 2017.
- [9] T. Y. Amanda, I. Safira, and D. B. R. A. Putera, "PEMANFAATAN LIMBAH SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN DASAR PEREDAM SUARA COCONUT FIBER THE VOICE KILLER," *Natural Science Education Research*, pp. 151–156, 2022.
- [10] E. Setyowati, G. Hardiman, and S. T. Atmaja, "Green Materials Comparison of Sawdust and Coconut Fiber Acoustical Waffle Panel," in *Applied Mechanics and Materials*, vol. 747. Trans Tech Publ, 2015, pp. 221–225.
- [11] T. Suhaemi, S. H. Tongkukut *et al.*, "Koefisien Serap Bunyi Papan Partikel Dari Bahan Serbuk Kayu Kelapa," *Jurnal MIPA*, vol. 2, no. 1, pp. 56–59, 2013.
- [12] A. Risandi and E. Elvaswer, "Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik dari Panel Serat Kulit Jeruk dengan Menggunakan Metode Tabung," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 6, no. 4, pp. 331–335, 2017.
- [13] L. Lindawati, "Karakteristik Akustik Panel Serat Aren Dengan Bahan Perkat Latex," *Inotera*, vol. 2, no. 1, pp. 19–22, 2017.
- [14] D. Thyagarajan, M. Barathi, and R. Sakthivadivu, "Scope of poultry waste utilization," *IOSR J Agric Vet Sci*, vol. 6, no. 5, pp. 29–35, 2013.
- [15] N. Moniz, R. Ribeiro, V. Cerqueira, and N. Chawla, "Smoteboost for regression: Improving the prediction of extreme values," in *2018 IEEE 5th international conference on data science and advanced analytics (DSAA)*. IEEE, 2018, pp. 150–159.
- [16] A. Z. A. D. Pandu and L. Purwanto, "Komparasi Perpindahan Panas (Heat Transfer) Material Dinding Dengan Simulasi Therm," *Jurnal Arsitektur ARCADE*, vol. 5, no. 1, pp. 77–81, 2021.
- [17] S. SAMAD, "PEMODELAN TANGKAI DAUN RUMBIA (GABA-GABA) SEBAGAI MATERIAL DINDING DAN KEMAMPUAN KONDUKTIVITAS TERMALNYA."
- [18] C. Chen, Y. Kuang, S. Zhu, I. Burgert, T. Keplinger, A. Gong, T. Li, L. Berglund, S. J. Eichhorn, and L. Hu,

- “Structure–property–function relationships of natural and engineered wood,” *Nature Reviews Materials*, vol. 5, no. 9, pp. 642–666, 2020.
- [19] V. Srivatsav, C. Ravishankar, M. Ramakarishna, Y. Jyothi, and T. Bhanuparakash, “Mechanical and thermal properties of chicken feather reinforced epoxy composite,” in *AIP Conference Proceedings*, vol. 1992, no. 1. AIP Publishing, 2018.
- [20] N. Fuadi, M. S. Lanto, and M. A. Asaf, “Uji Sifat Fisis Komposit Limbah Serbuk Kayu Dan Tempurung Kelapa,” *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, vol. 16, no. 1, pp. 121–129, 2022.
- [21] A. Adams, S. van Bloois, B. Otte, E. Caro, D. Mekap, and P. Sandkuehler, “Flavor scalping by polyethylene sealants,” *Food Packaging and Shelf Life*, vol. 21, p. 100371, 2019.



© 2022 by the authors. Licensee LINEARS, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC ND) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>).