

**PEMANFAATAN LIMBAH KARDUS BEKAS MENJADI PAPAN KOMPOSIT
(FIBERBOARD) UNTUK DINDING KEDAP SUARA SEBAGAI KONTRIBUSI
EKONOMI HIJAU**

Yasyaf Hawa¹, Yusril Irwan²

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Itenas Bandung

Jl. PHH. Mustafa No.23 Bandung 40124

e-mail :yasyafhawa@gmail.com

Abstract (English)

Used cardboard is increasing due to the consumption of packaged goods. The utilization of used cardboard into environmentally friendly fiberboard can be a solution to reduce waste while contributing to the green economy. The process begins by turning used cardboard into powder with a mesh size of 100, then mixed with polyurethane glue and pressed to form fiberboard. After that, the resulting fiberboard will be tested acoustically using the impedance tube method according to ISO 10534-2 standard, to measure the sound absorption coefficient at frequencies of 125 Hz to 1600 Hz, with absorption results of 0.596 at 250 Hz, damping vibrations where vibration damping occurs in the vibration source (dynamo) at medium to high frequencies of 632 Hz-1309 Hz. In addition, this fiberboard also has good compressive strength for 4 cm thick at 9.8 Mpa and 3 cm thick at 6.49 Mpa and good elasticity with a value of more than 70% making it very suitable for various applications. The physical properties by SEM test with an average voids of 16 microns showed a tight structure.

Article History

Submitted: 19 Februari 2025

Accepted: 24 Februari 2025

Published: 25 Februari 2025

Key Words

Waste cardboard, fiberboard, sound dampening material, standard, impedance tube

Abstrak (Indonesia)

Kardus bekas semakin meningkat akibat konsumsi barang kemasan. Pemanfaatan kardus bekas menjadi *fiberboard* yang ramah lingkungan dapat menjadi solusi untuk mengurangi limbah sekaligus berkontribusi terhadap ekonomi hijau. Prosesnya dimulai dengan mengubah kardus bekas menjadi serbuk dengan ukuran mesh 100, kemudian dicampur dengan lem poliuretan dan dilakukan pengepresan untuk membentuk *fiberboard*. Setelah itu, *fiberboard* yang dihasilkan akan diuji akustik menggunakan metode tabung impedansi sesuai standar ISO 10534-2, untuk mengukur koefisien serapan bunyi pada frekuensi 125 Hz hingga 1600 Hz, dengan hasil absorpsi 0,596 pada 250 Hz, meredam getaran dimana peredaman getaran terjadi pada sumber getarnya (dinamo) pada frekuensi menengah hingga tinggi 632 Hz-1309 Hz. Selain itu, *fiberboard* ini juga memiliki kekuatan tekan yang cukup baik untuk tebal 4 cm sebesar 9,8 Mpa dan tebal 3 cm sebesar 6,49 Mpa serta elastisitas yang baik dengan nilai lebih dari 70% \ membuat nya sangat cocok untuk berbagai aplikasi. Sifat fisik dengan uji SEM dengan rata-rata rongga sebesar 16 *micron* menunjukkan struktur yang rapat.

Sejarah Artikel

Submitted: 19 Februari 2025

Accepted: 24 Februari 2025

Published: 25 Februari 2025

Kata Kunci

Limbah kardus, fiberboard, material peredam suara, standar, tabung impedansi

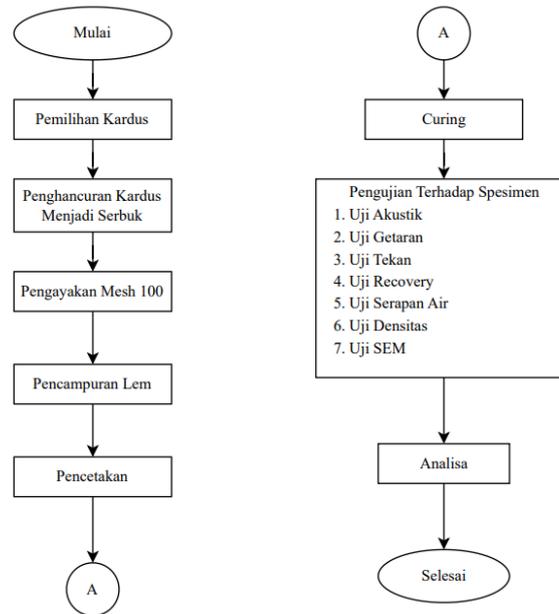
1. Pendahuluan

Seiring perkembangan zaman pertumbuhan populasi dan perkembangan industri menghasilkan peningkatan jumlah limbah. Peningkatan konsumsi barang kemasan, limbah kardus bekas menjadi salah satu limbah yang banyak digunakan dan jumlahnya terus bertambah. Data Terbuka Kota Bandung juga menjelaskan berbagai jenis sampah, dengan sisa makanan menduduki posisi teratas mencapai 716,51 ton. Selanjutnya, diikuti oleh sampah plastik yang mencapai 268,83 ton dan sampah kertas sebanyak 211,2 ton [1]. Untuk mengatasi permasalahan ini yaitu dengan penggunaan material peredam suara. Penggunaan limbah kardus bekas menjadi bahan papan komposit (*fiberboard*) untuk dinding kedap suara menjadi salah satu solusi, selain dapat mengurangi jumlah limbah yang menjadi pencemaran lingkungan juga dapat menghasilkan produk dengan nilai ekonomi. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan *fiberboard* yang terbuat dari kardus bekas dimana tidak hanya memiliki kekuatan dan ketahanan yang baik, tetapi juga dapat meredam suara dengan baik. Penelitian

ini juga diharapkan dapat membantu mengurangi limbah kardus dan menghasilkan material alternatif yang ramah lingkungan.

2. Metodologi

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilakukan dengan cara pembuatan spesimen kemudian dilakukan berbagai pengujian untuk spesimen tersebut [2]. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbedaan spesimen *fiberboard* dengan bentuk berlubang dan tidak berlubang serta perbedaan ukuran tinggi 3 cm dan 4 cm terhadap kemampuan peredaman suara. Dimana untuk tahapannya bisa dilihat pada *flowchart* gambar 1.



Gambar 1. Flowchart

Dimulai dari pemilihan kardus, kardus yang digunakan adalah kardus bekas mie instan. Data dari *World Instant Noodles Association*, Indonesia merupakan negara kedua terbesar dalam konsumsi mie instan pada 2023, dengan total konsumsi mencapai 14,54 miliar porsi atau 12% dari konsumsi global [3]. Kardus yang terkumpul untuk penelitian ini mencapai berat 10kg dengan jumlah kardus yaitu 55 buah kardus. Proses penghancuran dilakukan dengan menumpuk empat kardus, menggulungnya hingga bulat, lalu digergaji ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Penggulungan Kardus

Setelah itu, serpihan kardus diblender selama 2 menit hingga menjadi serbuk bisa dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Penghancuran Kardus

Serbuk kardus yang dihasilkan disaring menggunakan saringan dengan ukuran mesh 100. Bisa dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Pengayakan Serbuk Kardus

Dalam pembuatan lem, digunakan campuran *thinner polyurethane* dan *plastic polypropylene* dengan perbandingan 2:1, yaitu 1,8 kg (2L) polyurethane dan 1 kg polypropylene yang dicairkan selama 24 jam. Proses pencetakan mencakup beberapa langkah, pertama pencampuran kardus dan lem secara manual hingga merata dengan metode *hand lay up* [4]. Kedua pencetakan dalam cetakan dan dipress dengan ukuran tinggi 3 cm dan 4 cm. Spesimen *fiberboard* selanjutnya dilakukan pengeringan dibawah sinar matahari secara langsung selama 30 hari agar kadar *polyurethane* pada lem kering. Selanjutnya dilakukan beberapa pengujian untuk mendapatkan karakteristik *fiberboard* terbaik dan sesuai standar.

2.1 Perekat

Perekat merupakan suatu material atau substansi yang memiliki kemampuan untuk menyatukan dua objek melalui dua permukaan [5]. Pada penelitian kali ini terdapat campuran untuk merekatkan *fiberboard* yaitu *thinner polyurethane* dan *polypropylene*. *Thinner Polyurethane* merupakan suatu pelarut yang terdiri dari campuran hidrokarbon aromatik dan ester. *Thinner polyurethane* juga memiliki kemampuan untuk mengkilapkan pada suatu permukaan dan mampu mengeringkan sekitar 6-12 jam [6]. *Polypropylene* adalah jenis polimer termoplastik yang diproduksi oleh sektor kimia dan dimanfaatkan dalam beragam aplikasi industri. [7]. *Polypropylene* memiliki rumus kimia yaitu C_3H_6 , *polypropylene* sering digunakan sebagai bahan matriks dalam struktur komposit, dimana *polypropylene* berfungsi sebagai fase kontinu yang mengikat material bersama-sama [8].

2.2 Komposisi Pembuatan *Fiberboard* Limbah Kardus Bekas

Pembuatan *fiberboard* dari limbah kardus bekas ini terdiri dari beberapa komposisi dengan fraksi volume wadah panjang 50 cm x lebar 40 cm x tinggi 6 cm (12000cm^3) yang bisa dilihat pada gambar 5 untuk yang berlubang dan gambar 6 untuk yang tanpa lubang.



Gambar 5. Cetakan Berlubang



Gambar 6. Cetakan Tanpa Lubang

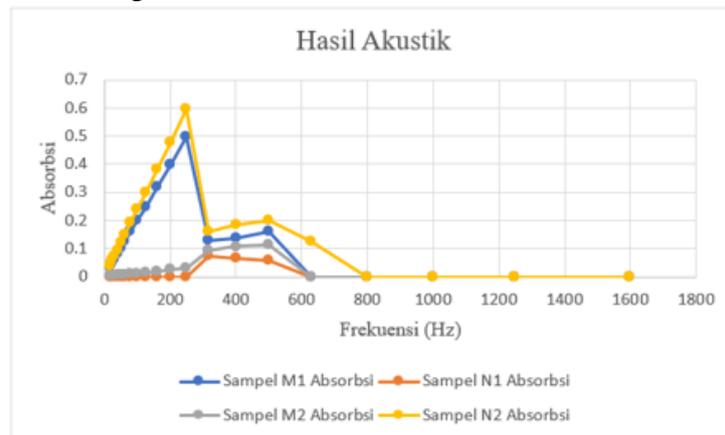
Terdapat 4 sampel diantaranya sebagai berikut:

1. Campuran A dengan ketebalan 4 cm tanpa lubang: Untuk campuran ini dengan komposisinya 25:75, dengan 2,5 kg kardus yang sudah menjadi serbuk dan 7,5 L lem yang sudah jadi antara perpaduan *thinner polyurethane* dengan *plastic polypropylene*. Dimana hasil akhir yang didapat dengan berat setelah dicetak dan dilakukan pengepresan sebesar 12,2 kg.
2. Campuran B dengan ketebalan 4 cm berlubang: Untuk campuran ini dengan komposisi menggunakan 2,250 kg serbuk kardus dan 6,5 L lem yang telah siap pakai, yang merupakan perpaduan antara *thinner polyurethane* dan *plastic polypropylene*. Hasil akhir yang diperoleh setelah proses pencetakan dan pengepresan mencapai berat sebesar 15 kg.
3. Campuran C dengan ketebalan 3 cm tanpa lubang: Untuk campuran ini dengan komposisi 15:55, digunakan 1,5 kg serbuk kardus dan 5,5 L lem siap pakai yang merupakan perpaduan antara *thinner polyurethane* dan *plastic polypropylene*. Hasil akhir yang diperoleh setelah proses pencetakan dan pengepresan mencapai berat 10,1 kg.
4. Campuran D dengan ketebalan 3 cm berlubang: Untuk campuran ini diperlukan 2.250 kg serbuk kardus dan 6,5 L lem siap pakai yang merupakan kombinasi antara *thinner polyurethane* dan *plastic polypropylene*. Hasil akhir yang diperoleh setelah proses pencetakan dan pengepresan mencapai berat total sebesar 14,5 kg.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Akustik

Untuk memahami karakteristik akustik suatu material, diperlukan pengujian akustik yang merupakan proses untuk menentukan sifat akustik dalam bentuk penyerapan, refleksi, impedansi, dan transmisi suara. Pengujian akustik ini dapat dikelompokkan berdasarkan lokasi pengujiannya menjadi tiga jenis, yaitu pengujian di dalam tabung, pengujian dalam ruang dengung, dan pengujian in-situ. Pemilihan metode tabung untuk menentukan koefisien absorpsi akustik dilakukan karena metode ini tergolong sederhana, praktis, dan bahannya mudah diperoleh dibandingkan dengan metode lainnya [9]. Metode ini sering digunakan karena sederhana, praktis, sampel relatif sedikit, dan juga dapat mengukur koefisien absorpsi akustik pada berbagai frekuensi. Untuk standar yang digunakan ISO 10534-2. Pada gambar 7 ditunjukkan hasil grafik dari akustik.

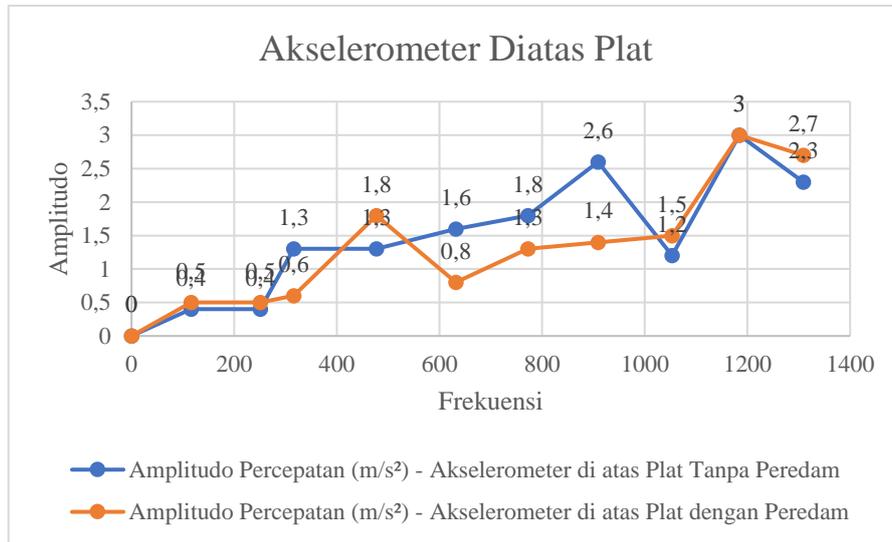


Gambar 7. Grafik Hasil Akustik

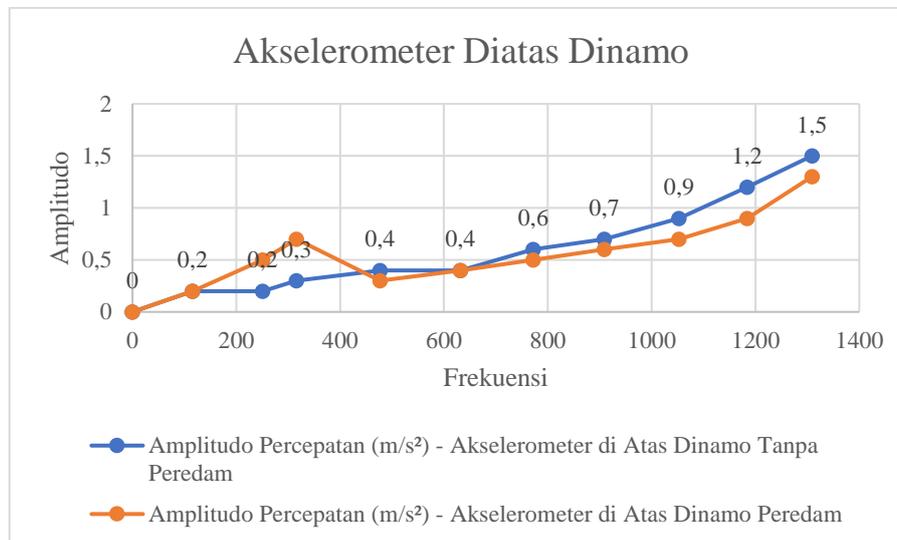
Berdasarkan gambar 7 didapatkan hasil dari grafik akustik bahwa pada frekuensi rendah (16-250 Hz) sampel M1 adanya peningkatan absorpsi dari 0,032 (16 Hz) sampai 0,498 (250 Hz). Sampel N1 tidak adanya absorpsi. Sampel M2 adanya peningkatan absorpsi dari 0,002 (16 Hz) sampai 0,03 (250 Hz). Sampel N2 adanya peningkatan absorpsi dari 0,038 (16 Hz) sampai 0,596 (250 Hz). Untuk frekuensi menengah (315-630 Hz), sampel M1 mengalami penurunan absorpsi dari 0,127 (315 Hz) sampai 0 (630 Hz). Sampel N1 adanya absorpsi tetapi nilainya rendah sebesar 0,074 (315 Hz) sampai 0,056 (500 Hz). Sampel M2 sama halnya dengan sampel M1 mengalami penurunan absorpsi dari 0,093 (315 Hz) hingga 0,112 (500 Hz). Sampel N2 masih memiliki nilai absorpsi 0,126 (630 Hz). Pada frekuensi tinggi (800-1600 Hz) semua sampel menunjukkan hasil absorpsi 0, dimana untuk frekuensi tinggi material tidak efektif dalam penyerapan suara. Material dengan koefisien serap bunyinya di atas 0,3 merupakan bahan penyerap bunyi yang baik [10]. Hal ini dapat dikatakan bahwa material komposit dari limbah kardus memiliki penyerapan suara yang baik. Jika diperhatikan pada frekuensi tinggi koefisien yang dihasilkan nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan frekuensi rendah. Hal ini disebabkan oleh sifat kardus yang memiliki porositas atau rongga yang efektif dalam meredam atau menyerap suara. Kardus mampu menyerap suara dengan baik pada frekuensi rendah, sementara pada frekuensi tinggi, cenderung bersifat reflektif. Penjelasan ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa jika porositas suatu bahan material tinggi, maka bahan tersebut dapat menyerap bunyi berfrekuensi tinggi. Sebaliknya, jika material berbentuk lembaran atau papan tipis dengan sedikit permukaan berpori, maka material tersebut lebih efektif dalam menyerap bunyi pada frekuensi rendah [11].

3.2 Uji Getaran

Pengujian getaran dilakukan untuk mengukur getaran yang terjadi pada *fiberboard* yang diletakkan pada plat besi dengan kondisi normal tanpa peredam dan dengan peredam, kemudian dihubungkan dengan *power supply* untuk mengatur rpm nya dengan voltase 0-10 volt. Diukur dengan *tachometer* untuk mengukur rpm yang dihasilkan bisa dilihat pada gambar 4.5. Untuk ukuran dari *fiberboard* ini berukuran panjang 75 mm, lebar 35 mm, tinggi 11 mm, diameter lubang 8 mm dengan volume 28.875mm^3 dan berat 44 gram.



Gambar 8. Grafik Akselerometer Diatas Plat Besi



Gambar 9. Grafik Akselerometer Diatas Dinamo

Berdasarkan hasil dari grafik 8 menunjukkan bahwa pada frekuensi rendah (116-215) Hz amplitudo mengalami kenaikan hal ini disebabkan karena peredaman belum efektif. Pada frekuensi menengah (316-909) Hz umumnya amplitudo mengalami penurunan hal ini menunjukkan material komposit dapat meredam getaran. Pada frekuensi tinggi (1053-1309) Hz amplitudo mengalami kenaikan hal ini menunjukkan jika peredaman kurang efektif. Berdasarkan grafik 9 menunjukkan bahwa hasil amplitudo bervariasi pada frekuensi rendah (116-477) Hz, pada frekuensi awal cenderung naik tetapi pada frekuensi 477 Rpm mengalami penurunan $0,4\text{ m/s}^2$ menjadi $0,3\text{ m/s}^2$. Pada frekuensi 632 Hz hingga frekuensi tinggi pada

1309 Hz, amplitudo mengalami penurunan hal ini menunjukkan adanya peredaman getaran oleh material komposit.

3.3 Kekuatan Tekan

Pengujian tekan dilaksanakan sesuai dengan spesifikasi standar ASTM D-1751, dengan cara mengompresi spesimen uji sampai 50% dari ketebalannya, dengan batasan tidak kurang dari 0,68 MPa dan tidak lebih dari 5,17 MPa. Untuk rata-rata kekuatan tekan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Kekuatan Tekan

Spesimen	Kekuatan Tekan Rata-rata Saat Tebal 50% (MPa)
E1 Tidak Berlubang 3cm	9,807
E2 Tidak Berlubang 4cm	6,489
F1 Berlubang 3cm	9,806
F2 Berlubang 4 cm	6,490

Dari tabel 1 menunjukkan hasil dari pengujian *fiberboard* limbah kardus dimana spesimen dibagi menjadi dua kategori yaitu spesimen tidak berlubang (E1 dan E2) dan spesimen berlubang (F1 dan F2). Dimensi setiap spesimen berbeda dengan ketebalan 30 mm dan 40 mm. Untuk spesimen dengan tebal 30mm, seperti pada sampel E1 dengan rata-rata sebesar 9,807 Mpa, sampel F1 dengan rata-rata 9,806 Mpa. Untuk spesimen tebal 40mm, seperti pada sampel E2 dengan rata-rata sebesar 6,489 Mpa, sampel F2 dengan rata-rata 6,490 Mpa. Didapatkan analisis bahwa perbedaan ketebalan (30 mm dan 40 mm) memberikan dampak yang signifikan terhadap kekuatan tekan baik pada spesimen yang memiliki lubang maupun yang tidak memiliki lubang. Hal ini disebabkan spesimen yang memiliki ketebalan lebih tipis (30 mm pada E1 dan F1) memiliki distribusi tekanan yang merata, sehingga menghasilkan nilai kekuatan tekan yang lebih tinggi. Sebaliknya, spesimen dengan ketebalan lebih besar (40 mm pada E2 dan F2) memungkinkan terjadinya distribusi tegangan yang tidak merata.

3.4 Recovery

Pengujian ini dilakukan dengan menekan spesimen hingga mencapai 50% dari ketebalan awalnya, kemudian mempertahankan tekanan tersebut selama waktu yang ditentukan. Standar yang digunakan ASTM D-1751. Rumus *recovery* sebagai berikut:

$$\text{Recovery } 100\% - \left(\frac{T_o - T_i}{T_o} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 2. Hasil *Recovery*

Spesimen	Rata-rata <i>recovery</i> (%)
E1 Tidak Berlubang 3cm	72,06
E2 Tidak Berlubang 4cm	95,38
F1 Berlubang 3cm	87,46
F2 Berlubang 4 cm	96,55

Dari tabel 2 menunjukkan hasil dari pengujian *fiberboard* limbah kardus dimana hasil menunjukkan bahwa semua sampel memenuhi standar ASTM D-1751 yang mensyaratkan bahwa setelah penekanan spesimen harus kembali ke bentuknya setidaknya $\geq 70\%$. Dari

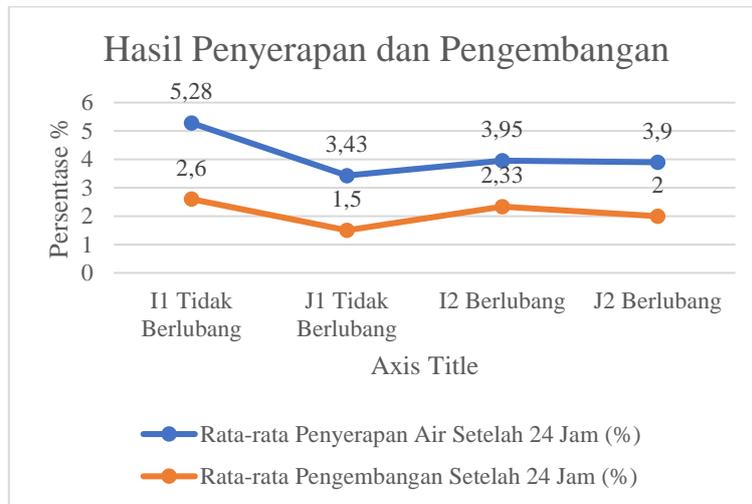
beberapa sampel menunjukkan nilai *recovery*, seperti sampel E1 (tidak berlubang) dengan nilai *recovery* sebesar 72,06%, sampel E2 (tidak berlubang) dengan nilai *recovery* sebesar 95,38%, sampel F1 (berlubang) dengan nilai *recovery* sebesar 87,46%, sampel F2 (berlubang) dengan nilai *recovery* sebesar 96,55%.

3.5 Serapan Air

Mengetahui nilai serapan air yang diperoleh $\leq 20\%$ dan pengembangan tebal spesimen setelah perendaman hingga $\leq 12\%$ dengan standar SNI 03-2105-2006 dan ASTM D-1751. Untuk menganalisa pengujian serapan air diperlukan perhitungan yang dimana menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat Awal}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \tag{2}$$

$$\text{Pengembangan} = \frac{\text{Volume Akhir} - \text{Volume Awal}}{\text{Volume Awal}} \times 100\% \tag{3}$$



Gambar 10. Hasil Serapan Air

Dari gambar 10 nilai serapan air yang sesuai dengan standar. Untuk nilai penyerapan air terbesar selama 24 jam sampel I1 sebesar 5,28% (memenuhi standar $\leq 20\%$). Untuk nilai penyerapan air terendah sampel J1 selama 24 jam sebesar 3,43%. Untuk nilai pengembangan air pada tabel 4.22 selama 24 jam sampel I1 (tidak berlubang) sebesar 2,6% adalah nilai terbesar dengan memenuhi standar $\leq 12\%$. Untuk nilai pengembangan terendah ada pada sampel J1 (tidak berlubang) sebesar 1,5% memenuhi standar $\leq 12\%$. Hal ini menunjukkan bahwa material komposit dapat menyerap air dengan baik dan tidak mengalami pengikisan atau hancur.

3.6 Density Fiberboard

Densitas *fiberboard* merujuk pada standar SNI 03-2105-2006 untuk menentukan kerapatan *fiberboard*. Kerapatan ini termasuk dalam rentang standar antara 0,40 g/cm³ hingga 0,90 g/cm³ [12]. Untuk mencari densitas bisa menggunakan rumus dibawah ini [13]:

$$\text{Density} = \frac{\text{massa}}{\text{Volume}} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) \tag{4}$$

Untuk densitas ada beberapa sampel terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Densitas

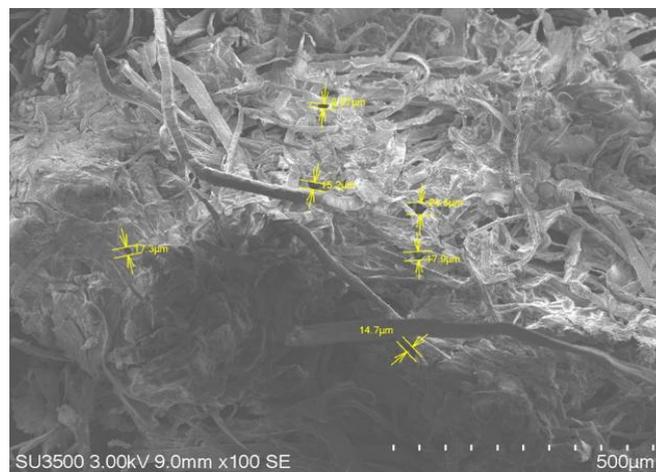
Spesimen	P (cm)	L (cm)	T (cm)	Volume (cm ³)	Massa (g)	Densitas (g/cm ³)
K1 Tidak Berlubang	17	8	3	408	256	0,62
L1 Tidak Berlubang	17	8	4	544	317	0,58

K2 Berlubang	17	8	3	408	260	0,63
L2 Berlubang	17	8	4	544	330	0,60

Dari perhitungan densitas yang telah dilakukan terdapat hasilnya menunjukkan bahwa semua sampel memenuhi standar SNI 03-2105-2006 karena densitasnya antara $0,40 \text{ g/cm}^3$ - $0,90 \text{ g/cm}^3$. Sampel L1 memiliki nilai densitas terendah dan sampel K2 memiliki nilai densitas tertinggi. Hal ini disebabkan karena perbedaan dimensi, berat, dan tingkat pemadatan material komposit.

3.7 SEM

Metode pengujian menggunakan sinar elektron yang memiliki energi penghantar kurang lebih sekitar 15000 watt untuk menghasilkan gambar tiga dimensi dari suatu struktur spesimen. Pada pengujian kali ini terdiri dari dua sampel yaitu sampel Q dimana dengan dilakukan perbesaran 100 kali dan 10000 kali agar terlihat strukturnya.



Gambar 11. Hasil SEM

Berdasarkan gambar 11 hasil uji SEM dengan perbesaran 100x ukuran mesh 100 menunjukkan bahwa hasil yang didapat memiliki kerapatan yang cukup tinggi. Terlihat dengan struktur serat yang membentuk jaringan yang kompleks. Adanya pori-pori atau celah dengan rata-rata ukuran $16,64 \text{ micron}$. Hal ini menunjukkan bahwa untuk komposit dengan mesh 100 dapat menghasilkan struktur yang rapat.

4. Kesimpulan dan Saran

Secara keseluruhan, *fiberboard* yang dihasilkan dari limbah kardus bekas menunjukkan kualitas akustik yang baik dalam hal meredam suara dimana dengan nilai penyerapan suara $0,596$ (250 Hz). Material ini memiliki kemampuan yang signifikan dalam meredam getaran dimana peredaman getaran terjadi pada sumber getarnya (dinamo) pada frekuensi menengah hingga tinggi 632 Hz-1309 Hz. Selain itu, *fiberboard* ini juga memiliki kekuatan tekan yang cukup baik untuk tebal 4 cm sebesar 9,8 Mpa dan tebal 3 cm sebesar 6,49 Mpa serta elastisitas yang baik dengan nilai $\geq 70\%$ membuatnya sangat cocok untuk berbagai aplikasi. Sifat fisik dengan uji SEM dengan rata-rata rongga sebesar 16 micron . Material ini telah memenuhi standar yang ditetapkan dalam industri, menandakan bahwa *fiberboard* dari limbah kardus bekas tidak hanya efisien tetapi juga memenuhi kriteria yang diperlukan untuk penggunaan komersial. Dengan semua karakteristik tersebut, *fiberboard* ini menunjukkan potensi yang besar untuk digunakan sebagai material peredam suara. Penggunaannya tidak hanya memberikan manfaat dari segi teknis, tetapi juga berkontribusi pada upaya ekonomi yang lebih ramah lingkungan dan keberlanjutan lingkungan.

5. Daftar Pustaka

- [1] Nabila Eva Hilfani. (2024). KADO 214 TAHUN KOTA BANDUNG: Belum Mampu Memilah Sampah. *Bandung Bergerak bercerita dari pinggir*. Diakses dari <https://bandungbergerak.id/article/detail/1597935/kado-214-tahun-kota-bandung-belum-mampu-memilah-sampah>.
- [2] Hernady, D., & Mardan, M. (2021). Pembuatan dan Pengujian Papan Komposit (Composite Board) Dari Limbah Kantong Plastik (Kantong Kresek). *Jurnal Rekayasa Energi dan Mekanika*, 1(1), 31.
- [3] Nabilah Muhammad. (2024). Indonesia, Konsumen Mi Instan Terbesar ke-2 di Dunia. Diakses dari <https://databoks.katadata.co.id/produk-konsumen/statistik/93ac2451db5b87c/indonesia-konsumen-mi-instan-terbesar-ke-2-di-dunia>.
- [4] Rifaldi Sadik., Rizka Amalia (2023). Produksi dan Karakterisasi Material Komposit Peredam Suara Berbahan Serat Alam dengan Metode Sintetik Hand Lay-Up. *TEKNIK*, 44 (2), 130-138.
- [5] Sunaryo, E., Wati, D. A. R., Pramitasari, R. E., & Rosadi, M. M. (2024). PENGARUH VARIASI KADAR PEREKAT TERHADAP LAJU PEMBAKARAN PADA BRIKET BERBAHAN DASAR SERBUK KAYU. *Jurnal MOTION (Manufaktur, Otomasi, Otomotif, dan Energi Terbarukan)*, 2(02), 52-56.
- [6] Raikhan Alyafi S., Ali, & Yusril Irwan. (2024). Pemanfaatan karet ban dalam motor sebagai fiberboard untuk peredam beton sambungan jembatan pada jalan tol. *Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Iteas Bandung*.
- [7] Tan, L. I., & Pahlevi, W. R. (2019). Studi Penggunaan Plastik Polypropylene Pada Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course. *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 8(2), 65-71.
- [8] Hossain, M. T., Shahid, M. A., Mahmud, N., Habib, A., Rana, M. M., Khan, S. A., & Hossain, M. D. (2024). Research and application of polypropylene: a review. *Discover Nano*, 19(1), 2.
- [9] Andari, R. (2017). Pengujian Karakteristik Absorpsi dan Impedansi Material Akustik Serat Alam Menggunakan Metode Tabung. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 154-162.
- [10] Hayat, W., & Darvina, Y. (2013). Pengaruh kerapatan terhadap koefisien absorpsi bunyi papan partikel serat daun nenas (*Ananas comosus* L Merr)(Effect of density on sound absorption coefficient of pineapple leaf fiber particle board (*Ananas comosus* L Merr)). *Pillar of Physics*, 1(1).
- [11] Lestari, S. F. P. (2017). Studi Penambahan Material Kardus sebagai Pengisi Panel Sandwich untuk Menambah Insulasi Bunyi pada Kalsiboard sebagai Plafon (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [12] Wibisono, B., & Irwan, Y. (2022). Karakteristik Papan Partikel Serat Sagu dengan Matriks Plastik Berdasarkan Sifat Mekanik dan Sifat Fisik Menurut Standart SNI 03-2105 2006. e-Proceeding FTI. 12
- [13] Nurfatihayati, N., Alfarisi, C. D., Drastinawati, D., Khairat, K., Akbar, M., & Maharani, C. (2023). Pembuatan Komposit dari Serat Sabut Kelapa dan Resin Polyester sebagai Material untuk Helm. *Journal of Bioprocess, Chemical and Environmental Engineering Science*, 4(2), 57-64. 13