

JURITIKA

Jenis Artikel: *original research*

Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE untuk Pembuatan Panel Akustik sebagai Peredam Suara

Muhammad Alfarisi¹, Mulyadi Abdul Wahid^{2*}, Arief Rahman¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh

²Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh

*Corresponding e-mail: mulyadi.wahid@ar-raniry.ac.id

KATA KUNCI:

Low-density polyethylene (LDPE), Panel akustik, Peredam suara, Frekuensi suara, Koefisien absorpsi

Diterima: 15 Maret 2026
Direvisi: 27 Juni 2026
Diterbitkan: 30 Juni 2026

ABSTRAK. Permasalahan sampah plastik, khususnya jenis *Low-Density Polyethylene* (LDPE), merupakan tantangan lingkungan yang semakin mendesak di Indonesia. Di sisi lain, kebisingan sebagai bentuk pencemaran non-fisik turut memengaruhi kenyamanan dan kesehatan masyarakat. Penelitian ini bertujuan mengkaji kemampuan panel akustik berbahan limbah plastik LDPE dalam meredam suara pada berbagai frekuensi. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan pengujian dilaksanakan di Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Sampel LDPE diperoleh dari TPS Gampong Beurawe, dilebur dan dicetak menjadi panel berukuran 15×15 cm dengan ketebalan 1 cm, kemudian dipasang pada *wooden box* berukuran 30×30 cm. Pengujian dilakukan pada 9 frekuensi (150–5000 Hz) menggunakan *Sound Level Meter Casella*. Koefisien absorpsi dihitung dengan rumus estimasi berbasis selisih Sound Pressure Level (Δ SPL). Hasil terbaik diperoleh pada frekuensi 4000 Hz dengan koefisien absorpsi $\alpha = 0,8051$ (Kelas B), disusul frekuensi 2000 Hz dengan $\alpha = 0,7813$ (Kelas C). Nilai terendah tercatat pada frekuensi 150 Hz dengan $\alpha = 0,0451$ (Kelas E). Secara keseluruhan, panel akustik LDPE memenuhi kriteria ISO 11654 dan efektif meredam suara pada frekuensi menengah hingga tinggi, namun kurang optimal pada frekuensi rendah.

1. Pendahuluan

Permasalahan sampah plastik telah menjadi salah satu tantangan lingkungan yang paling mendesak secara global. Di Indonesia, berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2022, jumlah timbunan sampah nasional mencapai 21,1 juta ton, di mana sekitar 34,29% atau setara 7,2 juta ton belum terkelola dengan baik (KEMENKO, 2023). Sampah plastik menyumbang porsi yang signifikan dari total timbunan tersebut, dengan estimasi 17,3% dari sampah domestik pada tahun 2021 merupakan plastik. Sebagian besar sampah plastik pada akhirnya mencemari lingkungan perairan,

menyumbat saluran drainase, dan menimbulkan berbagai dampak ekologis yang merugikan, termasuk ancaman terhadap organisme laut dan rantai makanan ekosistem (Jambak, 2023).

Salah satu jenis plastik yang paling banyak dijumpai di lingkungan adalah Low-Density Polyethylene (LDPE). Plastik ini dikenal karena sifatnya yang lentur, ringan, dan tahan terhadap bahan kimia, sehingga umum digunakan dalam kantong plastik, bungkus makanan, dan kemasan rumah tangga lainnya. Di Indonesia, LDPE menyumbang sekitar 32,5% dari total pemakaian bahan dasar resin plastik, dengan perkiraan 500 miliar kantong plastik digunakan setiap tahun di seluruh dunia. Ironisnya, LDPE sangat sulit terurai secara alami, membutuhkan waktu antara 20 hingga 1.000 tahun untuk terdegradasi di lingkungan (Brizi dkk., 2021). Pembakaran LDPE pun berbahaya karena melepaskan polutan seperti CO₂, CO, NO_x, dan partikulat yang mencemari udara dan membahayakan kesehatan manusia (Mabilani, 2021). Oleh sebab itu, diperlukan strategi pemanfaatan ulang LDPE secara aman, inovatif, dan ramah lingkungan.

Tantangan lingkungan tidak hanya terbatas pada pengelolaan limbah padat, tetapi juga mencakup pengendalian kebisingan sebagai bentuk pencemaran non-fisik. Kebisingan telah diakui sebagai salah satu penyebab gangguan kesehatan masyarakat, meliputi stres, gangguan tidur, penurunan produktivitas kerja, hingga kerusakan pendengaran permanen pada paparan di atas 85 dB (Hermiati dkk., 2010). Di kawasan perkotaan dan industri, sumber kebisingan berasal dari kendaraan bermotor, mesin produksi, dan berbagai aktivitas manusia. Kebutuhan akan material peredam suara yang efektif, terjangkau, dan ramah lingkungan pun semakin meningkat, khususnya untuk ruang perumahan, perkantoran, institusi pendidikan, dan fasilitas hiburan.

Panel akustik konvensional umumnya terbuat dari bahan seperti *glasswool*, *rockwool*, atau busa poliuretan yang relatif mahal dan tidak selalu ramah lingkungan. Sebagai alternatif, LDPE yang diolah melalui proses peleburan dan pencetakan berpotensi berfungsi sebagai penyerap suara. Patriotika dkk. (2022) menyatakan bahwa material LDPE dapat digunakan sebagai pembungkus perangkat audio untuk mengurangi resonansi suara. Selain itu, penelitian Milawarni dan Saifuddin (2018) membuktikan bahwa plastik bekas yang diolah dengan media minyak jelantah dapat berfungsi sebagai peredam bunyi yang efektif. Beberapa kajian awal juga menunjukkan bahwa struktur fisik dan elastisitas LDPE memungkinkannya menyerap sebagian energi gelombang suara, bergantung pada ketebalan dan porositas bahan yang dibentuk.

Pendekatan ini selaras dengan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) dalam pengelolaan limbah plastik yang diamanatkan oleh Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah dan Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020. Inovasi semacam ini tidak hanya membantu menekan volume sampah LDPE yang sulit terurai, tetapi juga mendorong terbentuknya ekonomi sirkular dalam pengelolaan lingkungan. Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kemampuan panel akustik berbahan dasar limbah plastik LDPE sebagai solusi inovatif sekaligus membuktikan kelayakannya berdasarkan standar ISO 11654.

2. Landasan Teori

2.1 Material Akustik dan Mekanisme Peredam Suara

Material akustik adalah material teknik yang dirancang khusus untuk menyerap, memantulkan, atau meredam energi suara. Secara umum, material akustik diklasifikasikan menjadi tiga kategori: (1) material penyerap (*absorbing material*) yang bersifat resistif, berserat, atau berpori; (2) material penghalang (*barrier material*) yang mencegah transmisi suara antara dua ruang; dan (3) material peredam (*damping material*) yang mengonversi energi getaran mekanik menjadi panas (Allif dkk., 2022). Contoh material penyerap yang umum digunakan adalah *glasswool*, mineral wool, dan busa akustik.

Saat gelombang bunyi menghantam permukaan material penyerap, sebagian energi bunyi terserap melalui gesekan internal dalam pori-pori material dan dikonversi menjadi panas, sebagian dipantulkan, dan sebagian lagi ditransmisikan. Efektivitas penyerapan sangat dipengaruhi oleh porositas, kepadatan, dan ketebalan

bahan. Material berpori dengan struktur sel terbuka umumnya lebih efektif menyerap suara pada frekuensi menengah-tinggi dibandingkan material sel tertutup (Puspitarini dkk., 2014). Berbagai material daur ulang telah dieksplorasi sebagai penyerap suara alternatif; sebagai contoh, styrofoam daur ulang terbukti memiliki kemampuan absorpsi bunyi yang baik (Khairunisa & Elvaswer, 2024). Prinsip inilah yang menjadi dasar pemilihan LDPE sebagai kandidat material akustik alternatif.

2.2 Plastik LDPE dan Sifat Fisiknya

Low-Density Polyethylene (LDPE) adalah termoplastik yang diproduksi dari minyak bumi melalui proses polimerisasi etilen pada tekanan tinggi dengan oksigen sebagai inisiator. Molekulnya mengandung banyak rantai pendek dan panjang yang bercabang, membentuk struktur polidispers dengan densitas rendah. Sifat-sifat fisika LDPE disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Fisika Plastik LDPE

No.	Karakteristik	Nilai
1	Berat jenis (g/cm ³)	0,912 – 0,94
2	Kristalinitas (%)	50 – 70
3	Suhu leleh (°C)	98 – 120
4	Kuat tarik (MPa)	15,2 – 78,6
5	Modulus elastisitas (MPa)	55,1 – 172
6	Elongasi (%)	150 – 600
7	Suhu defleksi (°C, 66 psi)	38 – 49

Sumber: Hambali dkk. (2013)

Karakteristik LDPE yang meliputi fleksibilitas tinggi, elongasi 150–600%, serta suhu leleh pada kisaran 98–120°C menjadikannya mudah diproses melalui peleburan dan pencetakan. Pada suhu di bawah 60°C, LDPE cukup tahan terhadap senyawa kimia umum. Sifat lentur dan elastis LDPE secara teoritis mendukung kemampuannya menyerap sebagian energi gelombang akustik melalui mekanisme deformasi elastis, meskipun struktur sel tertutupnya membatasi disipasi energi di frekuensi rendah (Wisnujati dan Yudhanto, 2020).

2.3 Analisis Koefisien Absorpsi Bunyi

Ketika gelombang bunyi mengenai permukaan material, energi bunyi datang (*incident*) terbagi menjadi energi yang dipantulkan (*reflected*), diserap (*absorbed*), dan ditransmisikan (*transmitted*). Koefisien absorpsi bunyi (α) didefinisikan sebagai rasio energi bunyi yang tidak dipantulkan terhadap energi bunyi datang (Oktavia dan Elvaswer, 2024):

$$\alpha = 1 - (E_r / E_i) \quad (1)$$

Nilai α berkisar 0 (pantulan sempurna) hingga 1 (penyerapan sempurna); semakin besar α , semakin baik kemampuan material meredam bunyi. Koefisien absorpsi dapat diukur dengan metode tabung impedansi (ISO 10534-2) yang akurat namun mahal (Pipit dkk., 2020), atau diestimasi secara sederhana melalui selisih *Sound Pressure Level* (SPL) sebelum (L_i) dan sesudah (L_r) pemasangan material:

$$\Delta L = L_i - L_r \quad (2)$$

Semakin besar ΔL , semakin besar energi bunyi yang diserap, sehingga koefisien absorpsi diestimasi melalui (Widiyanto, 2018):

$$a \approx 1 - 10^{-\Delta L/10} \quad (3)$$

Pendekatan berbasis selisih SPL ini dipilih karena memungkinkan karakterisasi kinerja akustik panel LDPE menggunakan *Sound Level Meter* yang umum tersedia, tanpa memerlukan tabung impedansi.

2.4 Standar Klasifikasi Absorpsi Suara ISO 11654

ISO 11654:1997 menetapkan sistem klasifikasi kinerja material penyerap suara berdasarkan nilai koefisien serapan tertimbang (α). Koefisien absorpsi bunyi memiliki nilai antara 0 (tidak ada penyerapan) hingga 1 (penyerapan sempurna). Nilai α dipengaruhi oleh frekuensi bunyi, karakteristik material pembatas, dan sudut datang gelombang bunyi. Secara sederhana, koefisien absorpsi dapat diestimasi menggunakan pendekatan berbasis perbedaan *Sound Pressure Level* (Δ SPL) berikut (Widiyanto, 2018):

Tabel 2. Klasifikasi Serapan Suara Berdasarkan ISO 11654

Kelas	Koefisien Serapan Tertimbang
A	$\geq 0,90$
B	0,80 – 0,85
C	0,60 – 0,75
D	0,30 – 0,55
E	0,15 – 0,25
F (Tidak diklasifikasi)	$\leq 0,10$

Sumber: ISO 11654 – 1997

3. Metodologi Penelitian

3.1 Lokasi dan Waktu

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2025 di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Bahan baku berupa plastik LDPE diperoleh dari Tempat Penampungan Sementara (TPS) Gampong Beurawe, Banda Aceh. Pemilihan lokasi laboratorium bertujuan agar pengujian terbebas dari pengaruh kebisingan latar belakang lingkungan luar yang dapat memengaruhi akurasi pembacaan *Sound Level Meter*.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: (1) *Sound Level Meter Casella* untuk mengukur tingkat tekanan suara (SPL) dalam satuan dB, dengan batas ambang kebisingan referensi 85 dB; (2) *speaker Bluetooth SQRS-2008MAX* sebagai sumber bunyi terkontrol; (3) *smartphone iPhone 11 Pro* yang terhubung ke aplikasi *Tone Generator* untuk menghasilkan sinyal gelombang sinus pada frekuensi tertentu (rentang 20 Hz – 20.000 Hz); (4) termometer *infrared Zoyi GM 320* untuk memantau suhu peleburan LDPE; (5) timbangan Tanita; dan (6) cetakan aluminium berukuran 15×15 cm serta gergaji, martil, dan paku untuk fabrikasi *wooden box*. Bahan yang digunakan adalah plastik LDPE dari limbah, lem silika, doubletape Kenko, dan tripleks 10 mm.

3.3 Prosedur Penelitian

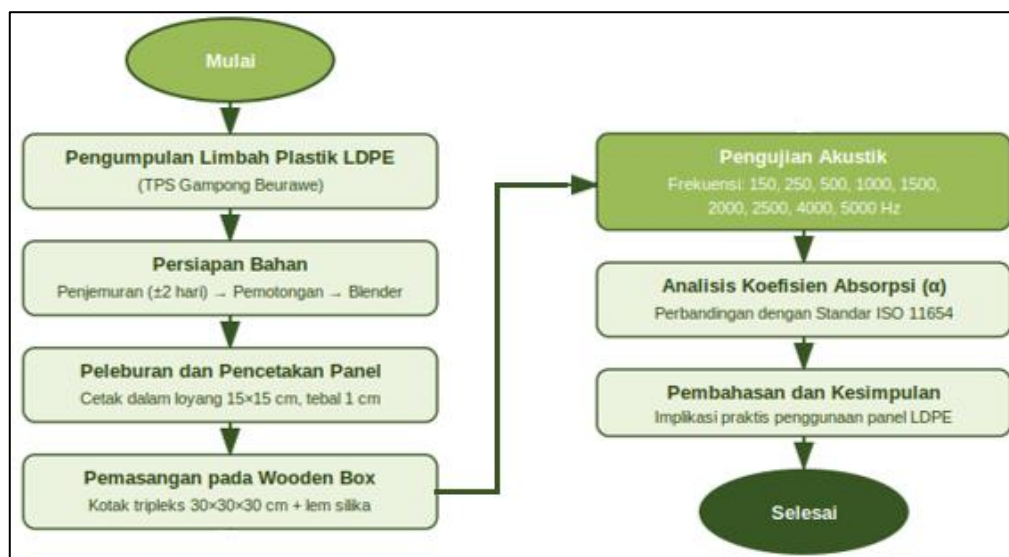
Tahapan penelitian dimulai dengan persiapan bahan baku: plastik LDPE dijemur selama ± 2 hari hingga kadar air hilang, kemudian dipotong menjadi ukuran ± 2 cm dan dihaluskan menggunakan blender. Plastik LDPE yang telah dihaluskan sebanyak ± 200 gram kemudian dilebur menggunakan kompor dan

dicetak dalam loyang aluminium berukuran 15×15 cm dengan ketebalan 1 cm. Sebelum pencetakan, bagian dalam cetakan diolesi minyak goreng untuk mencegah material menempel dan meminimalisir kerusakan produk cetak. Panel yang telah mengeras ditempelkan pada tripleks berukuran 30×30 cm menggunakan *doubletape*.

Wooden box berukuran 30×30×30 cm dibuat dari tripleks 10 mm. Seluruh sisi dalam kotak dirapatkan menggunakan lem silika agar tidak ada kebocoran suara dari celah kotak. Bagian penutup atas dibuat lubang berukuran 15×15 cm sebagai tempat speaker dan panel LDPE. Pengujian dilakukan dalam dua kondisi: (1) kotak ditutup tripleks tanpa panel LDPE sebagai kondisi kontrol (Li), dan (2) kotak ditutup dengan panel LDPE sebagai perlakuan (Lr). Bunyi dihasilkan melalui *speaker* yang terhubung ke smartphone via *Bluetooth*, dengan 9 variasi frekuensi: 150, 250, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 4000, dan 5000 Hz, masing-masing selama 15 detik (Chazot, 2022).

3.4 Teknik Analisis Data

Data hasil pengukuran SPL sebelum (Li) dan sesudah (Lr) pemasangan panel dianalisis menggunakan statistik deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik. Koefisien absorpsi (α) dihitung menggunakan Persamaan (3). Hasil kemudian dibandingkan dengan klasifikasi ISO 11654 untuk menentukan grade kinerja panel akustik pada setiap frekuensi. Alur penelitian secara lengkap ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengukuran Tingkat Tekanan Suara

Pengujian dilakukan pada 9 frekuensi yang berbeda dengan mengukur *Sound Pressure Level* (SPL) menggunakan *Sound Level Meter* (SLM) sebelum dan sesudah pemasangan panel akustik LDPE. Hasil lengkap disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran SPL dan Koefisien Absorpsi Panel LDPE

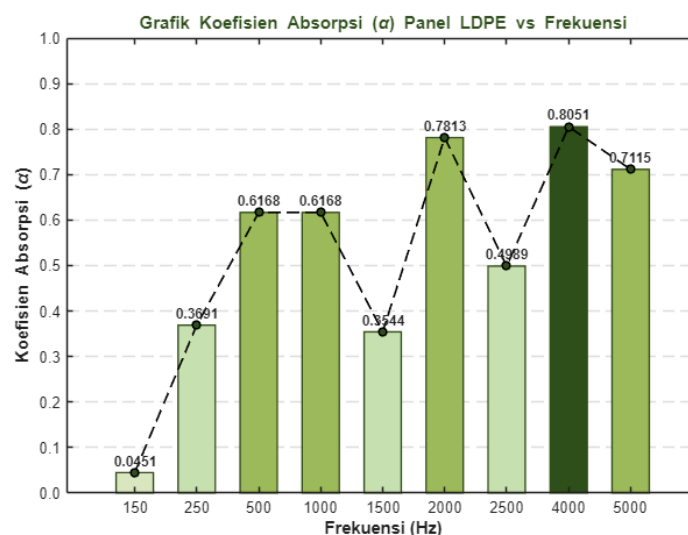
Frekuensi (Hz)	SPL Sebelum (dB)	SPL Sesudah (dB)	Δ SPL (dB)	Koefisien Absorpsi (α)	Grade ISO 11654
150	97,8	97,6	0,2	0,0451	E
250	102,3	100,3	2,0	0,3691	D
500	110,8	110,4	0,4	0,6168	C
1000	113,9	113,5	0,4	0,6168	C
1500	104,4	102,5	1,9	0,3544	D
2000	102,2	95,6	6,6	0,7813	C
2500	103,9	100,9	3,0	0,4989	D
4000	94,0	86,9	7,1	0,8051	B
5000	104,3	98,9	5,4	0,7115	C

Berdasarkan Tabel 3, panel LDPE memberikan penurunan SPL yang bervariasi pada berbagai rentang frekuensi. Pada frekuensi rendah (150 Hz), penurunan SPL sangat kecil yaitu hanya 0,2 dB sehingga menghasilkan koefisien absorpsi yang rendah ($\alpha = 0,0451$). Hal ini menunjukkan bahwa panel LDPE kurang efektif dalam meredam gelombang suara berfrekuensi rendah, yang secara fisik memiliki panjang gelombang lebih besar sehingga lebih sulit diserap oleh material dengan ketebalan tipis.

Sebaliknya, pada frekuensi menengah dan tinggi terjadi penurunan SPL yang signifikan. Penurunan terbesar tercatat pada frekuensi 4000 Hz sebesar 7,1 dB, diikuti frekuensi 2000 Hz sebesar 6,6 dB, dan 5000 Hz sebesar 5,4 dB. Pola ini selaras dengan karakteristik material polimer fleksibel yang lebih responsif terhadap gelombang akustik berfrekuensi tinggi karena panjang gelombangnya yang lebih pendek mendekati dimensi struktur mikro bahan (Milawarni dan Saifuddin, 2018).

4.2 Koefisien Absorpsi dan Klasifikasi ISO 11654

Hasil perhitungan koefisien absorpsi (α) pada seluruh frekuensi pengujian menunjukkan nilai yang beragam dari 0,0451 hingga 0,8051. Distribusi nilai α terhadap frekuensi ditampilkan pada Gambar 2.

**Gambar 2.** Grafik Koefisien Absorpsi (α) Panel LDPE pada Berbagai Frekuensi

Performa terbaik tercapai pada frekuensi 4000 Hz dengan $\alpha = 0,8051$ yang termasuk dalam Kelas B berdasarkan ISO 11654, mengindikasikan kemampuan serapan yang sangat baik. Pada frekuensi 2000 Hz diperoleh $\alpha = 0,7813$ (Kelas C), sedangkan pada frekuensi 500 Hz dan 1000 Hz nilai α sama yaitu 0,6168 (Kelas C, serapan tinggi). Pada frekuensi 5000 Hz, $\alpha = 0,7115$ (Kelas C), menunjukkan efektivitas serapan yang sedikit menurun dibandingkan 4000 Hz, kemungkinan disebabkan oleh peningkatan kekakuan struktur mikro LDPE pada frekuensi sangat tinggi. Frekuensi 250 Hz, 2500 Hz, dan 1500 Hz masing-masing menghasilkan $\alpha = 0,3691$; 0,4989; dan 0,3544 (Kelas D). Nilai terendah diperoleh pada frekuensi 150 Hz dengan $\alpha = 0,0451$ (Kelas E).

4.3 Pembahasan dan Implikasi Praktis

Tren peningkatan koefisien absorpsi seiring naiknya frekuensi dapat dijelaskan melalui hubungan antara panjang gelombang bunyi dan dimensi material. Panjang gelombang (λ) berbanding terbalik dengan frekuensi sesuai persamaan $\lambda = c/f$, dengan c adalah cepat rambat bunyi di udara (± 343 m/s) sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Panjang Gelombang Bunyi pada Setiap Frekuensi Uji

Frekuensi (Hz)	λ (m)	λ (cm)	Rasio λ /tebal panel*
150	2,29	228,7	229×
250	1,37	137,2	137×
500	0,69	68,6	69×
1000	0,34	34,3	34×
1500	0,23	22,9	23×
2000	0,17	17,2	17×
2500	0,14	13,7	14×
4000	0,086	8,6	9×
5000	0,069	6,9	7×

*Tebal panel = 1 cm

Pada frekuensi 150 Hz, panjang gelombang mencapai sekitar 2,29 m, jauh lebih besar daripada ketebalan panel LDPE yang hanya 1 cm — sehingga gelombang cenderung melewati atau memantul dari panel tanpa berinteraksi efektif dengan material. Sebaliknya, pada frekuensi 4000 Hz panjang gelombang menyusut menjadi sekitar 8,6 cm, lebih sebanding dengan dimensi panel dan struktur mikro bahan, sehingga lebih banyak energi akustik dapat diserap melalui gesekan internal dan deformasi elastis (Lee dan Joo, 2003).

Mekanisme penyerapan pada panel LDPE didominasi oleh konversi energi getaran menjadi panas melalui deformasi elastis. Ketika gelombang bunyi mengenai permukaan, partikel polimer LDPE yang bersifat lentur bergetar dan saling bergesekan, mengubah sebagian energi akustik menjadi energi termal. Pada frekuensi tinggi, laju getaran yang lebih cepat memperbesar disipasi energi per satuan waktu sehingga penyerapan menjadi lebih efektif. Namun, pada frekuensi sangat tinggi (5000 Hz) nilai α justru sedikit menurun menjadi 0,7115 dibandingkan puncaknya pada 4000 Hz (0,8051). Penurunan ini diduga disebabkan oleh peningkatan kekakuan efektif material pada frekuensi tinggi, sehingga struktur LDPE menjadi kurang responsif terhadap getaran dan sebagian energi dipantulkan kembali. Energi bunyi frekuensi rendah yang memiliki daya tembus tinggi cenderung diteruskan atau dipantulkan, bukan diserap. Temuan ini sejalan dengan hasil Oktavia dan Elvaswer (2024) yang juga mencatat penyerapan optimal limbah plastik justru pada rentang frekuensi menengah-tinggi.

Berdasarkan mekanisme tersebut, panel akustik LDPE dengan ketebalan 1 cm menunjukkan kinerja yang baik pada frekuensi menengah-tinggi (1000–5000 Hz), yaitu rentang yang paling signifikan bagi

kenyamanan pendengaran manusia. Rentang ini mencakup suara percakapan, alat musik, dan bising mekanik yang umumnya mendominasi ruang hiburan, perkantoran, hotel, dan fasilitas pendidikan. Hal ini menjadikan panel LDPE berpotensi diaplikasikan sebagai alternatif material akustik di berbagai ruang tersebut, sekaligus menjadi solusi pengelolaan limbah plastik yang bernilai ekonomi.

Adapun keterbatasan utama panel LDPE adalah rendahnya efektivitas pada frekuensi rendah (di bawah 300 Hz). Struktur sel tertutup LDPE membatasi disipasi energi akustik berfrekuensi rendah dibandingkan material berserat yang memiliki porositas lebih tinggi (Nisa', 2018). Untuk mengatasi kelemahan ini, beberapa strategi pengembangan dapat dipertimbangkan, di antaranya: (1) penambahan serat alam seperti serat pelepah salak sebagai penguat komposit; (2) penambahan nanofiller seperti silika atau clay (1–5%); serta (3) optimasi ketebalan dan desain struktural panel, mengingat Aziza dan Elvaswer (2022) menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan panel akustik berpengaruh signifikan terhadap kenaikan nilai koefisien absorpsi bunyi.

Dari perspektif keberlanjutan, pemanfaatan limbah LDPE sebagai material akustik memberikan nilai ganda: mengurangi volume sampah plastik yang sulit terurai sekaligus menghasilkan produk bernilai guna tanpa memerlukan bahan kimia berbahaya. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular dan program 3R yang didorong oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia.

5. Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa panel akustik berbahan limbah plastik LDPE dengan ketebalan 1 cm mampu meredam suara secara efektif pada frekuensi menengah hingga tinggi. Nilai koefisien absorpsi maksimum sebesar $\alpha = 0,8051$ dicapai pada frekuensi optimum 4000 Hz, yang termasuk Kelas B berdasarkan ISO 11654 (kemampuan serapan sangat baik), diikuti frekuensi 2000 Hz ($\alpha = 0,7813$) dan 5000 Hz ($\alpha = 0,7115$) yang tergolong Kelas C. Rentang frekuensi optimum panel LDPE berada pada 2000–5000 Hz, sedangkan nilai terendah tercatat pada frekuensi 150 Hz ($\alpha = 0,0451$, Kelas E), menunjukkan keterbatasan penyerapan pada frekuensi rendah akibat struktur sel tertutup material.

Berdasarkan karakteristik tersebut, panel akustik LDPE direkomendasikan untuk aplikasi nyata pada ruang yang didominasi kebisingan frekuensi menengah-tinggi, antara lain: pelapis dinding studio musik dan home theater, partisi peredam ruang rapat dan ruang kelas, panel akustik perkantoran open-space, serta peredam pada ruang mesin berfrekuensi tinggi. Untuk aplikasi yang menuntut peredaman frekuensi penuh termasuk frekuensi rendah, panel LDPE sebaiknya dikombinasikan dengan bass trap konvensional atau dikembangkan menjadi material komposit (penambahan serat alam atau nanofiller).

Secara keseluruhan, pemanfaatan limbah LDPE sebagai panel akustik memberikan kontribusi ganda: menyediakan material peredam suara yang terjangkau dan ramah lingkungan, sekaligus mengurangi pencemaran plastik melalui pendekatan ekonomi sirkular. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji pengaruh variasi ketebalan dan densitas panel terhadap kinerja absorpsi, khususnya dalam upaya meningkatkan penyerapan pada frekuensi rendah.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh atas fasilitas pengujian yang disediakan, serta kepada seluruh pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Keterlibatan Penulis

MA merancang dan melaksanakan eksperimen, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menyusun naskah artikel. MAW memberikan arahan konseptual dan membimbing analisis akustik. AR membimbing revisi naskah dan memberikan masukan teknis.

Daftar Pustaka

- Allif, A., Budiman, A., & Nugroho, B. S. (2022). Material akustik penyerap suara: prinsip dasar dan aplikasinya dalam desain ruang. *Jurnal Teknik Akustik*, 5(1), 10–18.
- Aziza, Y., & Elvaswer, E. (2022). Pengaruh ketebalan panel akustik dari limbah kulit durian terhadap koefisien absorpsi dan impedansi akustik. *Jurnal Fisika Unand*, 11(2), 208–213. <https://doi.org/10.25077/jfu.11.2.208-213.2022>
- Brizi, M. R. A., Rakhmawati, A., & Arnandha, Y. (2021). Pemanfaatan limbah plastik LDPE sebagai bahan campuran pembuatan bata beton (paving block). *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Sipil*, 1(2), 2–7.
- Chazot, C. (2022). *Six science experiments with the tone generator*. Diakses dari <https://www.fizziq.org/en/post/post-synthesizer>.
- Hambali, M., Lesmania, I., & Midkasna, A. (2013). Pengaruh komposisi kimia bahan penyusun paving block terhadap kuat tekan dan daya serap airnya. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(4), 14–21.
- Hermiati, E., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T. C., Suparno, O., & Prasetya, B. (2010). Pemanfaatan biomassa lignoselulosa ampas tebu untuk produksi bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(4), 121–130.
- ISO 11654. (1997). *Acoustics – Sound absorbers for use in buildings – Rating of sound absorption*. International Organization for Standardization.
- Jambak, B. H. N. (2023). *Pengantar komposit dan pengujian sifat mekanik*. Universitas Syiah Kuala Press.
- KEMENKO. (2023). *Data pengelolaan sampah nasional 2022*. Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi Republik Indonesia.
- Khairunisa, Z., & Elvaswer, E. (2024). Karakteristik koefisien absorpsi bunyi dan impedansi panel akustik dari styrofoam menggunakan metode tabung. *Jurnal Fisika Unand*, 13(4), 518–524.
- Lee, Y., & Joo, C. (2003). Sound absorption properties of recycled polyester fibrous assembly absorbers. *AUTEX Research Journal*, 3(2), 78–84. <https://doi.org/10.1515/aut-2003-030205>
- Mabilani, L. (2021). *Analisis kuat tekan dan daya serap paving block berbahan dasar sampah plastik*. Universitas Negeri Gorontalo.
- Milawarni, M., & Saifuddin, S. (2018). Pembuatan plazore dari plastik bekas dengan media minyak jelantah dan aplikasi sebagai peredam bunyi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 6(2), 52. <https://doi.org/10.29103/jtku.v6i2.475>
- Nisa', U. (2018). *Pembuatan komposit material peredam akustik berbahan dasar dari serat sabut kelapa, pelepah pisang, lidah mertua dan epoxy resin*. Universitas Islam Negeri Walisongo.
- 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>
- Patriotika, F., Pulungan, S. S., & Siregar, N. (2022). Uji kesesuaian kuat tekan paving block menggunakan bahan dasar sampah plastik PET dan LDPE dengan SNI 03-0691-1996. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 6(3), 217–226.
- Pipit, M., Aminatun, D., Nasution, S. S., Hastomo, T., & Sitepu, S. S. W. (2020). Penentuan koefisien absorpsi dengan metode dua mikrofon pada tabung impedansi. *Journal GEEJ*, 7(2), 1–4.
- Puspitarini, Y., Aristya, F. M., Yulianto, A., & Widyorini, E. (2014). Koefisien serap bunyi ampas tebu sebagai bahan peredam suara. *Jurnal Fisika*, 4(2), 96–100.
- Widiyanto, A. (2018). *Analisis kinerja panel akustik dari limbah serbuk gergaji* [Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta].
- Wisnujati, A., & Yudhanto, F. (2020). Analisis karakteristik pirolisis limbah plastik low density polyethylene (LDPE) sebagai bahan bakar alternatif. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(1), 102–107. <https://doi.org/10.24127/trb.v9i1.1158>