

Pemanfaatan Limbah Kulit Pinang (*Areca catechu* L.) sebagai *Filler* Papan Komposit Penyerap Bunyi

Fatimah^{1,a)}, Widayani^{2,b)}

¹Laboratorium Sintesis dan Fungsionalisasi Nanomaterial,
Kelompok Keilmuan Fisika Material Elektronik,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Laboratorium Biofisika,
Kelompok Keilmuan Fisika Nuklir dan Biofisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)}icut_unimus88@yahoo.co.id

^{b)}widayani@fi.itb.ac.id (corresponding author)

Abstrak

Kebisingan merupakan salah satu masalah yang umum dialami oleh masyarakat Indonesia, terutama bagi mereka yang tinggal di daerah perkotaan yang identik dengan berbagai macam aktivitas masyarakat. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mereduksi kebisingan pada suatu ruangan yaitu dengan menggunakan bahan-bahan penyerap suara yang harganya sangat mahal. Oleh karena itu pada penelitian ini dibuat suatu papan komposit yang ditujukan sebagai penyerap bunyi. Papan komposit dibuat dari limbah kulit pinang dengan menggunakan matriks epoxy sebagai perekat. Papan komposit dibuat dengan fraksi perekat 10%, 15%, 20% dan 25% dan selanjutnya dilakukan uji koefisien serap bunyinya. Dari hasil pengujian diperoleh kesimpulan bahwa papan komposit serat kulit pinang dapat menyerap bunyi. Nilai koefisien serap rata-rata papan komposit yang diperoleh berturut-turut adalah 0,11; 0,06; 0,05 dan 0,06 untuk fraksi perekat 10%, 15%, 20% dan 25%. Hal ini sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh ISO 10534-2:1998 (GB/T 18696.2-2002) bahwa suatu material dikategorikan sebagai dapat menyerap bunyi jika memiliki koefisien serap bunyi lebih besar dari 0,05.

Kata-kata kunci: Papan komposit, kulit pinang, koefisien serap bunyi

PENDAHULUAN

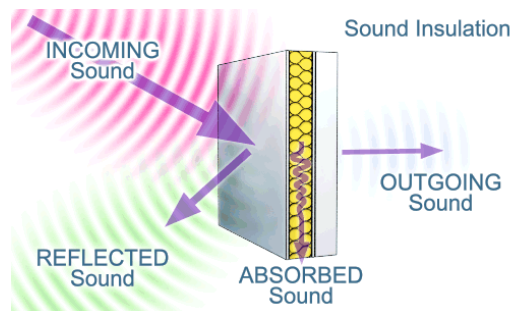
Dalam kehidupan ini, manusia memerlukan berbagai material yang digunakan untuk berbagai keperluan. Pengetahuan dan pemanfaatan material terus mengalami perkembangan. Pada awal kehidupan, manusia hanya menggunakan peralatan yang terbuat dari tanah, lalu berkembang dengan penggunaan logam dan yang terakhir adalah penggunaan polimer. Pada dasarnya, keunggulan dari tiap-tiap material yang menyebabkan adanya perkembangan penggunaan material. Misalnya saat ini dibutuhkan material yang murah, ringan, kuat, dan mudah untuk didapatkan. Karena itu, saat ini berkembang material yang biasa disebut sebagai material komposit, yaitu merupakan material gabungan dari beberapa jenis material, yang ternyata setelah digabungkan dua jenis material yang berbeda mempunyai karakteristik yang berbeda dengan sifat material induknya [1].

Selain itu, masalah lain yang umumnya dialami oleh masyarakat Indonesia sekarang ini adalah masalah kebisingan, terutama bagi mereka yang tinggal di daerah perkotaan yang identik dengan berbagai macam aktivitas masyarakat. Hal ini juga disebabkan oleh meningkatnya jumlah kendaraan bermotor yang menghasilkan berbagai polusi yang antara lain adalah kebisingan. Saat ini telah banyak upaya yang dilakukan untuk dapat mereduksi kebisingan pada suatu ruangan yaitu dengan menggunakan bahan-bahan penyerap suara. Saat ini banyak orang menggunakan *glasswool* dan *rockwool* seperti *gypsum* sebagai peredam bunyi, namun karena harganya yang sangat mahal maka orang berupaya untuk mencari alternatif lain dengan membuat dari bahan yang praktis, murah, dan tersedia melimpah ruah di alam. Salah satu bahan yang tersedia melimpah adalah, di antaranya serat kulit pinang (*Areca catechu* L.).

Serat kulit pinang merupakan salah satu material serat alam (*natural fiber*) alternatif dalam pembuatan komposit yang secara ilmiah pemanfaatannya masih dikembangkan. Pinang (*Areca catechu L.*) merupakan tanaman famili *Arecaceae* yang dapat mencapai tinggi 15-20 m dengan batang tegak lurus bergaris tengah 15 cm. Komposisi kimia utama dari serat kulit pinang adalah sekitar 53,20% alfa selulosa, 32,98% hemi selulosa, lignin 7,20% dan 4,81% dari bahan lain tetap berada di serat kulit pinang [2].

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa papan komposit dari serat alami dapat mereduksi intensitas bunyi. Hasil penelitian Khuriati dkk mengenai “Penyerapan Gelombang Bunyi oleh Peredam Suara Berbahan Dasar Material Penyusun Sabut Kelapa” menunjukkan bahwa sabut kelapa memenuhi persyaratan untuk peredam suara sesuai ISO 11654, yaitu dengan koefisien serap bunyi (α_w) di atas 0,15 [3]. Selain itu, Setyanto dkk menyatakan bahwa komposit panel serap bunyi berbahan dasar limbah kertas dan serabut kelapa memiliki koefisien serap bunyi sebesar 0,25 pada frekuensi acuan (500Hz) dan telah memenuhi standar minimal koefisien serap bunyi berdasar ISO 11654:1997 [4].

Bunyi atau suara adalah gelombang longitudinal yang merambat melalui medium. Medium perambatan gelombang bunyi atau suara dapat berupa zat padat, cair, ataupun gas. Gambar 1 menunjukkan bahwa ketika suatu suara merambat dalam ruangan, suara tersebut mencapai pendengar atau suatu material dengan berbagai cara. Pada saat berkas suara bertemu atau menumbuk bidang permukaan suatu material, maka suara tersebut akan ada yang dipantulkan (*reflected*), diserap (*absorb*), dan diteruskan (*transmitted*). Manusia mendengar bunyi saat gelombang bunyi sampai ke gendang telinga manusia. Frekuensi gelombang bunyi yang dapat diterima manusia berkisar antara 20 Hz sampai dengan 20 kHz, atau dinamakan sebagai *audible range* (rentang yang dapat didengar). Suara dengan frekuensi di atas 20 kHz disebut ultrasonik dan di bawah 20 Hz disebut infrasonik [5].



Gambar 1. Skema terjadinya refleksi, absorpsi, dan transmisi [6]

Penyerapan suara (*sound absorption*) merupakan perubahan energi dari energi suara menjadi energi panas atau kalor. Kualitas dari bahan peredam suara ditunjukkan dengan harga koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi (α) yang berkisar dari 0 sampai 1. Semakin besar α maka bahan tersebut semakin baik digunakan sebagai peredam suara [3]. Besarnya energi suara yang dipantulkan, diserap dan diteruskan bergantung pada jenis material. Material dengan kerapatan (densitas) yang rendah lebih banyak menyerap bunyi. Hal ini dikarenakan banyaknya pori pada material tersebut sehingga menyebabkan gelombang suara dapat masuk kedalam material tersebut. Pada saat terjadi penyerapan, energi suara tersebut biasanya diubah menjadi energi panas sehingga intensitas bunyi akan semakin berkurang. Perbandingan antara energi suara yang diserap oleh suatu bahan dengan energi suara yang datang pada permukaan bahan tersebut didefinisikan sebagai koefisien penyerap suara atau koefisien absorpsi (α).

$$\alpha = \frac{\text{Absorbed sound energy}}{\text{Incident sound energy}} \quad (1)$$

Berdasarkan arah datangnya gelombang suara, koefisien absorpsi suara ini dibedakan menjadi dua, yaitu koefisien absorpsi suara normal (α_n) dan koefisien absorpsi suara sabine/acak (α). Koefisien absorpsi suara normal untuk gelombang suara yang datang tegak lurus terhadap permukaan bahan, sedangkan koefisien absorpsi suara sabine untuk gelombang suara yang datang dari berbagai arah. Diantara kedua jenis koefisien absorpsi tersebut, yang lebih menggambarkan keadaan yang sebenarnya dari kemampuan bahan dalam menyerap suara adalah yang jenis *sabine*. Hal ini karena secara umum dalam kenyataannya pada kehidupan sehari-hari gelombang suara yang datang pada suatu bahan berasal dari berbagai arah [5].

METODE

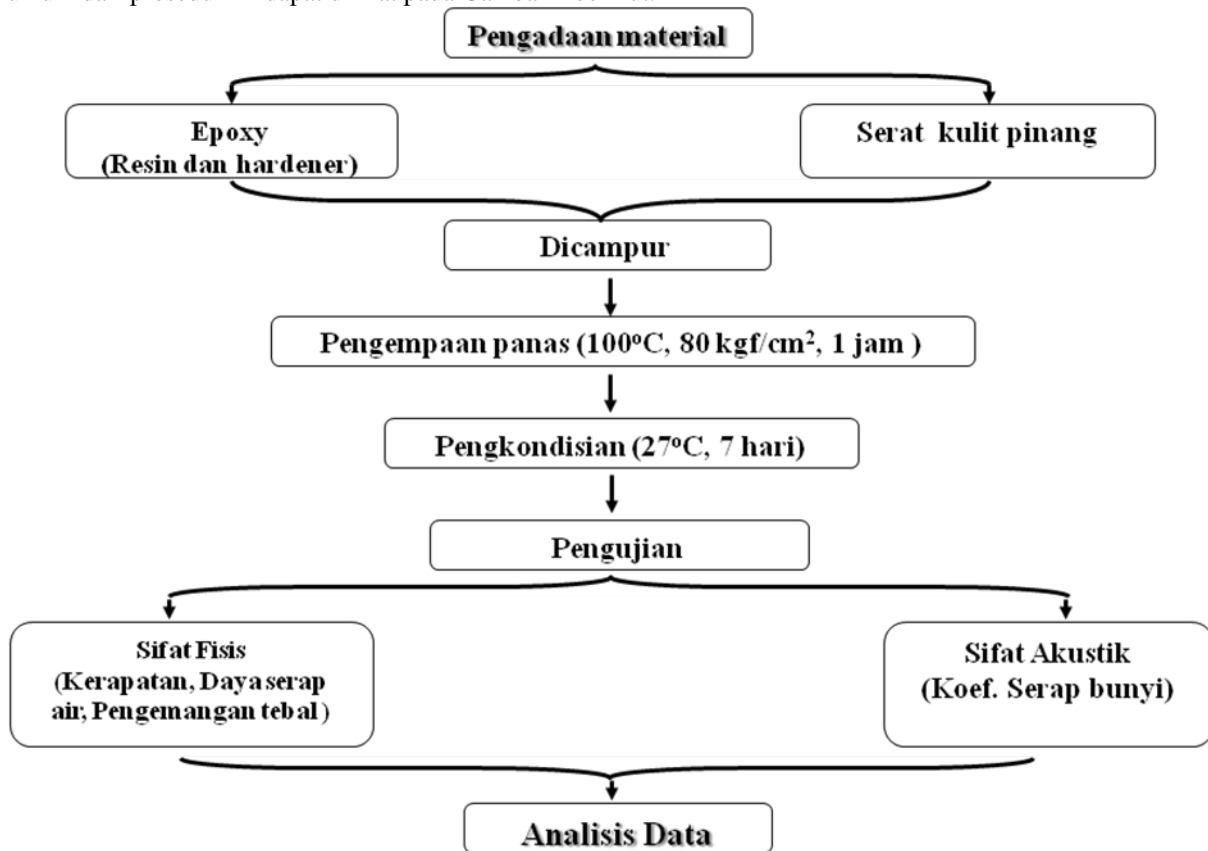
a. Alat dan Bahan

Peralatan yang dipakai antara lain sarung tangan, masker, gunting, pisau, label, wadah pencampuran, gelas plastik, alat cetak berukuran 12 cm x 17 cm x 8 cm, aluminium foil, hotpress, oven, timbangan digital, jangka sorong, penggaris, dan tabung impedansi.

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perekat epoksi yang terdiri dari resin dan hardener, air serta kulit pinang yang diambil seratnya dengan panjang ukuran serat berkisar 1 cm sampai dengan 2 cm.

b. Eksperimen

Prosedur pembuatan papan komposit dari limbah serat kulit pinang terdiri atas beberapa tahapan. Gambaran umum dari prosedur ini dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Prosedur pembuatan papan komposit

Pada penelitian ini, dibuat menjadi 4 sampel papan komposit serat kulit pinang dengan fraksi massa perekat yang berbeda-beda yaitu 10%; 15%; 20%; dan 25% dari massa total 120 gr.

Dalam penelitian ini, selain uji koefisien serap bunyi juga diuji sifat fisisnya, yang meliputi uji kerapatan (*Density*), daya serap air (*Water Absorption/WA*), dan pengembangan tebal (*Thickness Swelling/TS*). Untuk menghitung nilai kerapatan digunakan persamaan berikut ini:

$$\rho = \frac{m}{\pi r^2 t} \tag{2}$$

- Keterangan:
- m = Massa (gram)
 - r = Jari-jari lingkaran papan (cm)
 - t = Tebal papan (cm)
 - ρ = Kerapatan (gram/cm³)

Sedangkan untuk daya serap air (*Water Absorption/WA*) dapat ditentukan dengan persamaan matematis berikut ini:

$$WA (\%) = \frac{m_1 - m_A}{m_A} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan: m_A = Massa sebelum perendaman (gram)
 m_1 = Massa setelah perendaman (gram)
 WA = Daya serap (%)

Untuk pengembangan tebal (*Thickness Swelling/TS*) dapat ditentukan dengan persamaan matematis berikut ini:

$$Ts (\%) = \frac{t_1 - t_A}{t_A} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan: t_A = Tebal sebelum perendaman (gram)
 t_1 = Tebal setelah perendaman (gram)
 Ts = Pengembangan tebal (%)

Pengujian sifat akustik dalam penelitian ini dibatasi pada uji koefisien serap bunyi. Pengukuran koefisien absorpsi suara dilakukan dengan menggunakan Tabung Impedansi (*Impedance Tube*) (Gambar 3). Tabung impedansi adalah suatu tabung yang dirancang untuk mengukur parameter akustik suatu bahan dengan ukuran material uji yang kecil sesuai dengan ukuran tabung dan dengan arah datang suara pada arah normal permukaan bahan uji. Ukuran sampel papan komposit yang digunakan adalah berbentuk lingkaran dengan diameter 3 cm dan lingkaran dengan diameter 10 cm.



Gambar 3. Tabung Impedansi

Tabung impedansi yang digunakan pada metode ini terdiri atas beberapa bagian, yaitu bagian tabung dan pipa penyelidik, bagian penyangga bahan uji (spesimen), bagian pembangkit bunyi, dan bagian penerima bunyi. Bagian tabung memiliki penampang lintang berbentuk lingkaran sempurna. Tabung diletakkan mendatar dengan penyangga yang kokoh. Pada bagian tabung ini dipasang pipa penyelidik secara lurus tepat di tengah lingkaran lubang tabung. Bagian penyangga bahan uji (spesimen) berbentuk lempengan dengan lebar minimal sama dengan diameter tabung. Bagian ini diletakkan di depan pipa penyelidik dengan suatu *backing material* (bahan penyokong) untuk merekatkan spesimen. Pemasangan penyangga spesimen pada tabung harus benar-benar rapat. Bagian pembangkit bunyi terdiri dari audio generator, amplifier, dan loudspeaker. Pada bagian ini loudspeaker diletakkan di ujung belakang tabung, dengan membran loudspeaker tepat pada lubang tabung. Loudspeaker harus ditutup rapat sampai bunyi yang dikeluarkannya tidak bocor (terdengar keras dari bagian belakang). Bagian penerima bunyi merupakan mikrofon yang dihubungkan ke amplifier, untuk diteruskan ke filter gelombang dan ke audio system analyzer. Dalam hal ini filter gelombang dan audio system analyzer dapat diganti dengan suatu komputer yang mempunyai software yang mampu membaca nilai keluaran yang ditangkap oleh mikrofon. Mikrofon dipasang dengan diberi penyangga di belakangnya supaya pipa penyelidik tidak melengkung [4].

Pengukuran koefisien absorpsi bunyi dilakukan berdasarkan standar JIS A 1405 1963 dengan menggunakan contoh uji berbentuk lingkaran berdiameter 10 cm dan 3 cm. Pengukuran dilakukan dalam rentang frekuensi 80 Hz – 2500 Hz. Pada tabung impedansi koefisien absorpsi suara yang dapat dihitung adalah koefisien absorpsi suara normal. Koefisien absorpsi suara (α_0) ini dihitung dengan cara mengukur tekanan suara yang datang pada permukaan bahan dan yang dipantulkan oleh permukaan bahan tersebut. Koefisien tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [5]:

$$\alpha_0 = \frac{4}{n + \frac{1}{n} + 2} \quad (5)$$

dimana rasio gelombang berdiri (n) diukur dengan mensubstitusikan dengan resistansi attenuasi, rasio gelombang berdiri ditentukan dari perbedaan tekanan suara (L) db dengan menggunakan persamaan berikut:

$$n = \log \frac{-1 L}{10 20} \text{ atau } n = 10^{\left(\frac{L}{20}\right)} \tag{6}$$

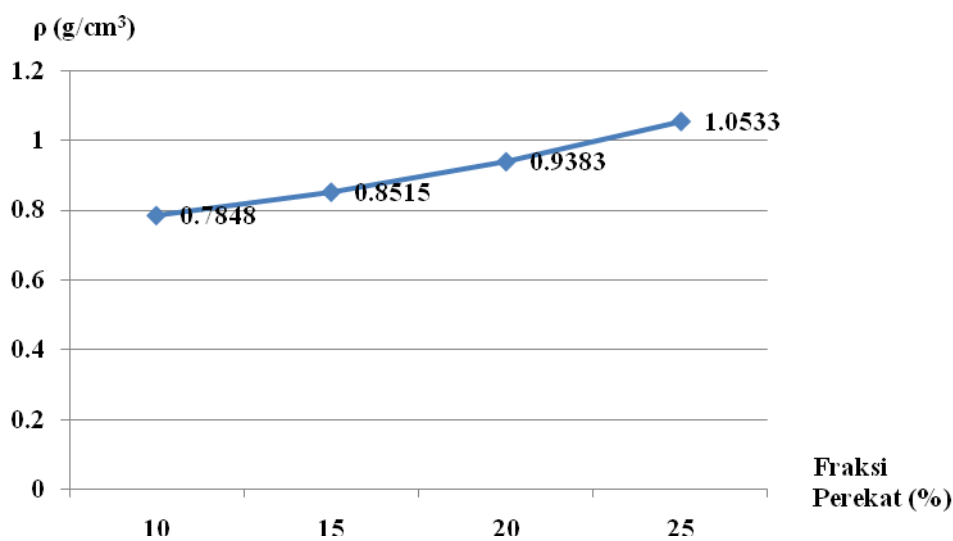
Dalam hal ini, perhitungan koefisien absorpsi suara dilakukan dengan menggunakan software perhitungan koefisien absorpsi bunyi yaitu *Impedance Tube Solutions-ASTM & ISO-BSWA Tech*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Sifat Fisis

Sifat fisis sebuah papan meliputi kerapatan, daya serap air dan pengembangan tebal. Masing-masing sifat tersebut mempunyai standar nilai masing-masing seperti yang telah ditetapkan oleh FAO, JIS A 5908-2003 dan SNI.

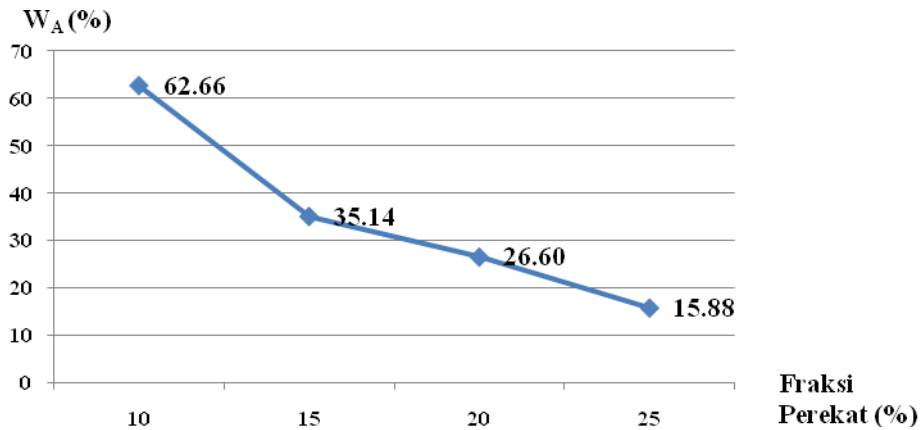
Uji kerapatan (*Density*) papan komposit dilakukan sebanyak 3 kali dengan menimbang massa dan mengukur dimensi sampel yang berbentuk silinder dengan diameter 3 cm. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Grafik hubungan kerapatan (*density*) dan fraksi perekat

Dari gambar 4 di atas terlihat bahwa semakin besar fraksi perekat yang digunakan maka semakin besar pula kerapatan papan komposit. Berdasarkan standar yang telah ditentukan oleh FAO, JIS A 5908-2003 dan SNI untuk kriteria kerapatan papan yang baik, maka terdapat papan komposit yang tidak memenuhi standar. Adapun nilai kerapatan yang memenuhi standar adalah 0,4-0,8 g/cm³ (FAO); 0,5-0,9 g/cm³ (JIS A 5908-2003); dan 0,5-0,9 g/cm³ (SNI). Berdasarkan standar-standar tersebut, maka hanya papan komposit yang menggunakan fraksi perekat 10% yang memenuhi semua standar untuk kerapatan. Sementara untuk papan komposit yang menggunakan fraksi perekat sebanyak 15% hanya memenuhi standar yang telah ditentukan oleh JIS A 5908-2003 dan SNI. Sedangkan papan komposit dengan besar fraksi perekat 20% dan 25% sama sekali tidak memenuhi semua standar di atas.

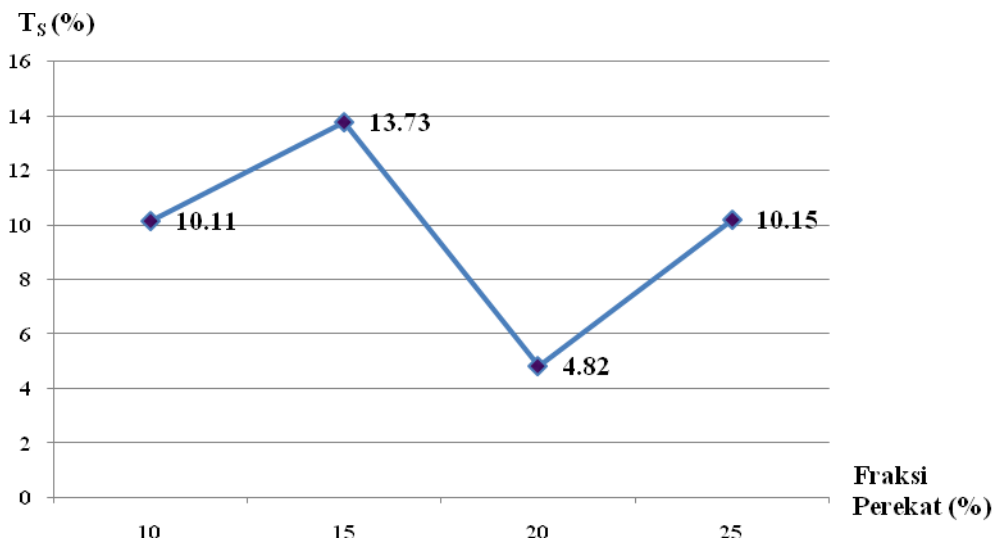
Sama halnya seperti pengujian kerapatan, pengujian daya serap air (*Water Absorption*) papan komposit juga dilakukan sebanyak 3 kali. Pengujian daya serap air papan komposit dilakukan dengan menimbang massa awal dan massa akhir sampel berbentuk silinder dengan diameter 3 cm yang telah direndam dalam air selama 24 jam. Hasil pengujian terlihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Grafik hubungan daya serap air (*Water Absorption*) dan fraksi perekat

Gambar 5 menunjukkan bahwa persentase daya serap air (*Water Absorption*) menurun atau berkurang seiring dengan bertambahnya fraksi perekat. Berdasarkan standar yang telah ditentukan oleh FAO, JIS A 5908-2003 dan SNI untuk kriteria daya serap air (*Water Absorption*) papan yang baik, maka untuk hal ini juga terdapat papan komposit yang tidak memenuhi standar tersebut. Daya serap air yang sesuai standar FAO adalah 20-75%, sedangkan JIS A 5908-2003 dan SNI tidak menetapkan standar daya serap air. Berdasarkan standar tersebut, maka hanya satu papan komposit yang tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh FAO yaitu papan komposit dengan fraksi perekat 25%. Sedangkan untuk papan komposit yang lain dengan fraksi perekat 10%; 15%; dan 20% telah memenuhi standar.

Pengujian pengembangan tebal (*Thickness Swelling*) juga dilakukan sebanyak 3 kali dengan menggunakan sampel berbentuk silinder dengan diameter 3 cm. Pengujian pengembangan tebal (*Thickness Swelling*) dilakukan seperti langkah pengujian daya serap air (*Water Absorption*) papan komposit yaitu mengukur ketebalan awal dan ketebalan akhir sampel yang telah direndam dalam air selama 24 jam. Dari pengujian pengembangan tebal diperoleh hasil seperti yang terlihat pada Gambar 6.



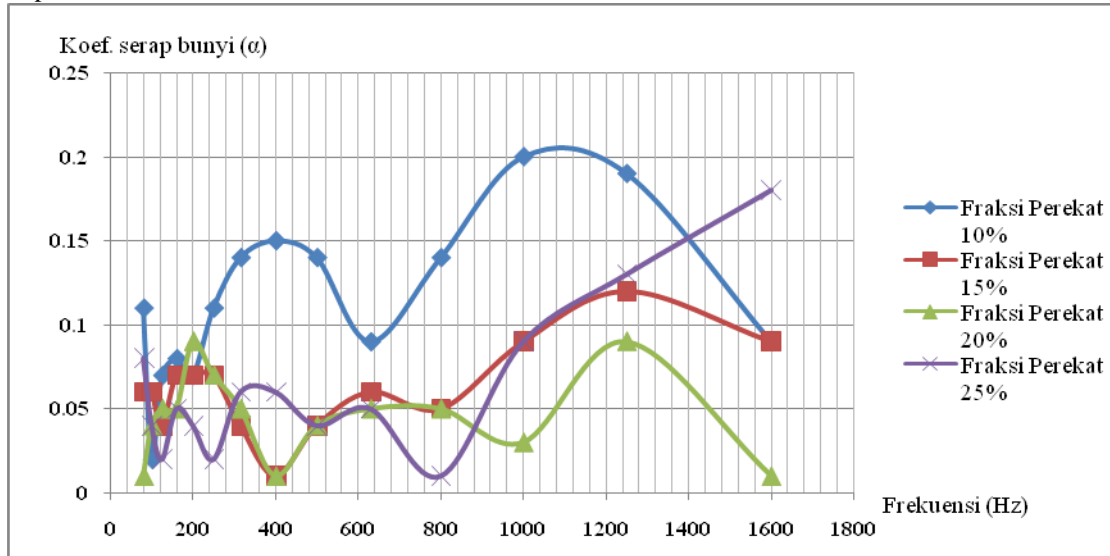
Gambar 6. Grafik hubungan pengembangan tebal (*Thickness Swelling/TS*)

Gambar 6 menunjukkan bahwa persentase pengembangan tebal (*Thickness Swelling*) berbeda-beda untuk fraksi perekat yang berbeda. Persentase pengembangan tebal yang sesuai dengan standar adalah 5 – 15 % (FAO); maksimal 12% (JIS A 5908-2003 dan SNI). Berdasarkan standar-standar tersebut, maka terdapat dua papan komposit yaitu papan dengan fraksi perekat 10% dan 25%. Papan komposit dengan fraksi perekat 15%, pengembangan tebalnya telah memenuhi standar dari FAO, namun belum memenuhi standar dari JIS A 5908-

2003 dan SNI. Sedangkan papan komposit dengan fraksi perekat 20%, pengembangan tebalnya telah memenuhi standar dari JIS A 5908-2003 dan SNI, namun belum memenuhi standar dari FAO.

b. Sifat Akustik

Sifat akustik yang diuji adalah koefisien serap bunyi yang mempunyai standar nilai seperti yang telah ditetapkan oleh ISO 10534-2:1998 (GB/T 18696.2-2002). Adapun hasil pengujian koefisien serap bunyi dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



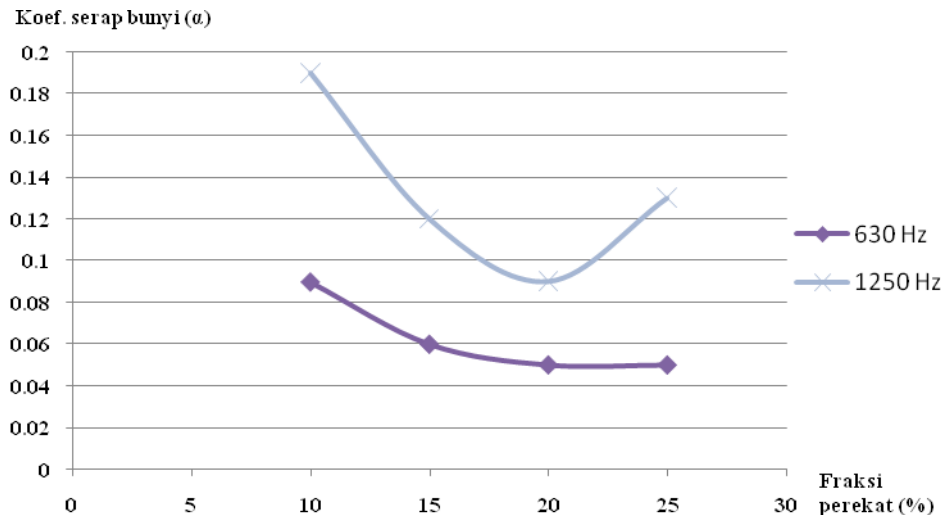
Gambar 7. Grafik nilai koefisien serap bunyi papan komposit

Gambar 7 menunjukkan bahwa papan komposit dengan fraksi perekat yang berbeda-beda memiliki koefisien serap yang berbeda-beda pula. Papan komposit tersebut mempunyai koefisien serap bunyi rata-rata di atas 0,05. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Nilai-nilai Koefisien Serap Bunyi Papan komposit Serat kulit Pinang

No.	Nilai	Koefisien Serap Bunyi α			
		10%	15%	20%	25%
1	Rata-rata	0,11	0,06	0,05	0,06
2	Minimum	0,02	0,01	0,01	0,01
3	Maksimum	0,20	0,12	0,09	0,18
4	Standar Deviasi	0,051	0,028	0,024	0,046
5	Varians	0,003	0,001	0,001	0,002

Berdasarkan tabel 1 terlihat bahwa nilai koefisien serap bunyi papan komposit bergantung pada fraksi perekat. Dari nilai rata-rata terlihat bahwa koefisien serap bunyi berkurang seiring bertambahnya fraksi perekat. Namun, pada fraksi perekat 25% terjadi anomali atau koefisien serap bunyi tidak berkurang. Sebagai bahan perbandingan menurunnya koefisien serap bunyi dapat dilihat pada kurva koefisien serap bunyi pada frekuensi 630 Hz dan 1250 Hz berikut ini.



Gambar 8. Grafik hubungan koefisien serap bunyi terhadap fraksi perekat

Dari Gambar 8 terlihat kedua kurva menunjukkan bahwa koefisien serap bunyi cenderung menurun dengan bertambahnya fraksi perekat. Namun pada frekuensi tinggi (1250 Hz), untuk fraksi perekat 25% terjadi peningkatan berarti.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian terhadap papan komposit menggunakan limbah kulit pinang, telah diperoleh:

- Semakin besar fraksi perekat maka semakin besar tingkat kerapatan, tetapi persentase daya serap air semakin kecil
- Persentase pengembangan tebal tertinggi diperoleh oleh papan komposit dengan fraksi perekat 15% dan terendah oleh papan komposit dengan fraksi perekat 20%.
- Koefisien serap komposit yang diperoleh lebih besar dari 0,05. Hal ini sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh ISO 10534-2:1998 (GB/T 18696.2-2002) untuk material yang dapat menyerap bunyi, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa papan komposit Limbah serat kulit pinang berpeluang untuk digunakan sebagai papan komposit penyerap bunyi.

Dari hasil analisis data, secara keseluruhan terlihat bahwa papan komposit serat kulit pinang berpeluang untuk digunakan sebagai bahan penyerap bunyi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fisika FMIPA ITB dan atas ijin penggunaan alat untuk pembuatan papan komposit dan Teknik Fisika FTI ITB atas ijin penggunaan alat pengujian penyerapan bunyi.

REFERENSI

1. Chakrabarty, J. dkk, *Effect of Surface Treatment on Betel Nut (Areca catechu) Fiber in Polypropylene Composite (Jurnal On Line)*, J Polym Environ (2012).
2. Khuriati, Ainie dkk, *Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien Penyerapan Bunyinya (Jurnal)*, Berkala Fisika ISSN : 1410 – 9662. Vol.9, No.1, Januari 2006, hal 15-25 (2006).
3. Setyanto, R. Hari dkk, *Pengaruh Faktor Jenis Kertas, Kerapatan dan Persentase Perekat Terhadap Kekuatan Bending Komposit Panel Serap Bunyi Berbahan Dasar Limbah Kertas dan Serabut Kelapa (Jurnal)*, Performa Vol. 10, No. 2: 89 – 94 (2011).
4. Wicakson, Arif, *Karakterisasi Kekuatan Bending Berpenguat Kombinasi Serat kenaf acak dan Anyam*. Jurusan Teknik Mesin, UNS: Semarang (2006).
5. Sistiani, Dian, *Pengujian Panel Akustik Komposit Wol Mangium (Acacia mangium Willd.) Berkerapatan Sedang*, Institut Pertanian Bogor (2011).