

ANALISIS KOMPOSIT DENGAN PENGUAT SERAT ENCENG GONDOK 40% DAN SERBUK KAYU SENGON 60% PADA FRAKSI VOLUME 40%, 50%, 60% BERMATRIK RESIN POLYESTER UNTUK PANEL AKUISTIK

Tri Martanto Adi Nugroho¹, Wijianto², Supriyono³

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

³Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email : D200110096@student.ums.ac.id

Abstrak

Penelitian komposit dengan penguat serat enceng gondok dan serbuk kayu sengon ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik, bending, serap bunyi dan mendeskripsikan foto makro hasil dari pengujian tarik dan bending fraksi volume 40%, 50%, 60%. Proses awal pengambilan batang enceng gondok dilanjutkan dengan menjemur dibawah sinar matahari selama kurang lebih 10 hari sampai benar-benar kering, selanjutnya penyerutan batang enceng gondok dengan menggunakan sikat kawat sampai terpisah serat dan kulit enceng gondok. Pembuatan spesimen dengan metode Hand Lay-up, dengan perbandingan 40% serat enceng gondok dan 60% serbuk kayu sengon menggunakan resin polyester seri BQTN 157. Adapun proses pengujian yaitu pengujian tarik menggunakan standart ASTM D638-02 dan pengujian bending menggunakan standart ASTM D790-02 dan serapan bunyi dengan menggunakan standar uji ANSI S1-13 dengan fraksi volume 40%, 50%, 60% Hasil pada pengujian tarik komposit dengan fraksi volume 40%, 50%, 60%, keku atan tarik rata-rata maksimum pada komposit fraksi volume 60% yaitu sebesar 15,883 N/mm² dan kekuatan tarik rata-rata terkecil pada fraksi volume 40% yaitu sebesar 9,736 N/mm². Pengujian bending komposit dengan fraksi volume 40%, 50%, 60%, kekuatan bending rata rata maksimum pada komposit fraksi volume 60% yaitu sebesar 31,438 Mpa dan kekuatan bending rata-rata terkecil pada fraksi volume 40% yaitu sebesar 22,774 Mpa dan Hasil pengujian serap bunyi komposit serat enceng gondok, daya serap tertinggi pada fraksi volume 60% sebesar 10,03 dB, dan daya serap terkecil pada fraksi volume 50%. Pada foto makro pengujian tarik dan bending struktur patahan spesimen komposit bergelombang dan tidak beraturan. Pada fraksi volume 40%, 50%, 60% terjadi proses pembesaran void dan pull-out fiber sangat mendominasi.

Kata kunci : Setat Enceng Gondok, Resin Polyester, Fraksi Volume

Abstract

This composite research with water hyacinth fiber and sengon wood powder reinforcement aims to determine the tensile strength, bending, sound absorption and describe macro photos of the results of tensile and bending tests of volume fractions of 40%, 50%, 60%. The initial process of taking water hyacinth stems is continued by drying them in the sun for approximately 10 days until they are completely dry, then shaving the water hyacinth stems using a wire brush until the fibers and skin of the water hyacinth are separated. Specimen making using Hand Lay-up method, with a ratio of 40% water hyacinth fiber and 60% sengon wood powder using BQTN 157 series polyester resin. The testing process is tensile testing using ASTM D638-02 standard and bending testing using ASTM D790-02 standard and sound absorption using ANSI S1-13 test standard with volume fractions of 40%, 50%, 60%. The results of tensile testing of composites with volume fractions of 40%, 50%, 60%, the

maximum average tensile strength of the 60% volume fraction composite is 15,883 N/mm² and the smallest average tensile strength is at 40% volume fraction, which is 9,736 N/mm². Bending tests of composites with volume fractions of 40%, 50%, and 60% showed the maximum average bending strength of the 60% volume fraction composite at 31.438 MPa, and the lowest average bending strength at 40% volume fraction at 22.774 MPa. The results of sound absorption tests of water hyacinth fiber composites showed the highest absorption at 60% volume fraction at 10.03 dB, and the lowest absorption at 50% volume fraction. In macro photographs of tensile and bending tests, the fracture structure of the composite specimen is wavy and irregular. At volume fractions of 40%, 50%, and 60%, the void enlargement process and fiber pull-out are very dominant.

Keywords: *Water Hyacinth Fiber, Polyester Resin, Volume Fraction*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi material mendorong lahirnya berbagai inovasi dalam pemanfaatan material baru yang memiliki keunggulan dibandingkan logam konvensional. Logam seperti baja sering digunakan dalam konstruksi karena kekuatannya yang tinggi, namun memiliki kelemahan berupa berat jenis yang besar, sifat mudah korosi, serta harga yang relatif mahal. Hal ini mendorong pengembangan material alternatif berupa **komposit**, yang mampu memberikan sifat mekanik yang baik dengan bobot ringan serta biaya yang lebih ekonomis (Jones, 1975; Gibson, 1994). Material komposit didefinisikan sebagai gabungan dari dua atau lebih material berbeda pada skala makroskopis, sehingga sifat masing-masing penyusunnya masih dapat dikenali. Keunggulan material komposit terletak pada kemampuannya mengombinasikan kelebihan dari material penyusunnya, sehingga kelemahan yang ada dapat ditutupi. Terdapat tiga faktor yang menentukan sifat komposit, yaitu sifat material penyusunnya, bentuk dan susunan komponen, serta hubungan antar komponen (Gibson, 1994).

Komposit berbasis serat menjadi salah satu jenis yang banyak dikembangkan. Serat berfungsi sebagai elemen penguat utama yang menahan beban, sedangkan matriks berfungsi mengikat serat, mendistribusikan tegangan, serta melindungi serat dari kerusakan. Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa sifat mekanik komposit sangat dipengaruhi oleh fraksi volume serat. Rudi Haryanto (2009) menunjukkan bahwa peningkatan fraksi massa serat enceng gondok pada matriks polyester mampu meningkatkan kekuatan tarik hingga mencapai nilai maksimum pada fraksi 80%. Demikian pula, Mohammad Romi (2003) menemukan bahwa komposit dengan serat kontinyu memiliki kekuatan tarik dan modulus elastisitas lebih tinggi dibandingkan dengan serat acak. Selain sifat mekanik, material komposit juga dikembangkan untuk aplikasi fungsional, misalnya panel akustik. Rudi Haryanto (2009) melaporkan bahwa peningkatan fraksi massa serat enceng gondok juga berpengaruh terhadap kemampuan serap bunyi, dengan nilai maksimum sebesar 11,06 dB pada fraksi 70%. Hal ini menunjukkan potensi besar serat alam, khususnya enceng gondok, untuk dimanfaatkan sebagai material ramah lingkungan yang tidak hanya memiliki kekuatan mekanik, tetapi juga sifat akustik yang baik.

Enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman air yang mudah tumbuh di perairan tenang. Tanaman ini sering dianggap gulma perairan, namun struktur seratnya memiliki potensi besar untuk dijadikan bahan penguat komposit (Rachman, 1996). Sementara itu, kayu sengon (*Albizia chinensis*) memiliki serbuk kayu dengan densitas rendah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi komposit, sehingga dapat menghasilkan material dengan bobot ringan (Soerianegara & Lemmens, 1993; Dephut, 2008).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada pembuatan komposit dengan penguat serat enceng gondok (40%) dan serbuk kayu sengon (60%) bermatriks resin polyester, dengan variasi fraksi volume 40%, 50%, dan 60%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik (kekuatan tarik dan bending), sifat akustik (kemampuan serap bunyi), serta karakteristik mikrostruktur komposit yang dihasilkan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, rumusan masalah yang dapat diidentifikasi adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi fraksi volume 40%, 50%, dan 60% pada komposit serat enceng gondok dan serbuk kayu sengon terhadap kekuatan tarik material?
2. Bagaimana pengaruh variasi fraksi volume tersebut terhadap kekuatan bending komposit?
3. Bagaimana karakteristik kemampuan serap bunyi dari komposit yang dihasilkan?
4. Bagaimana struktur makro patahan spesimen komposit setelah dilakukan uji tarik dan uji bending?

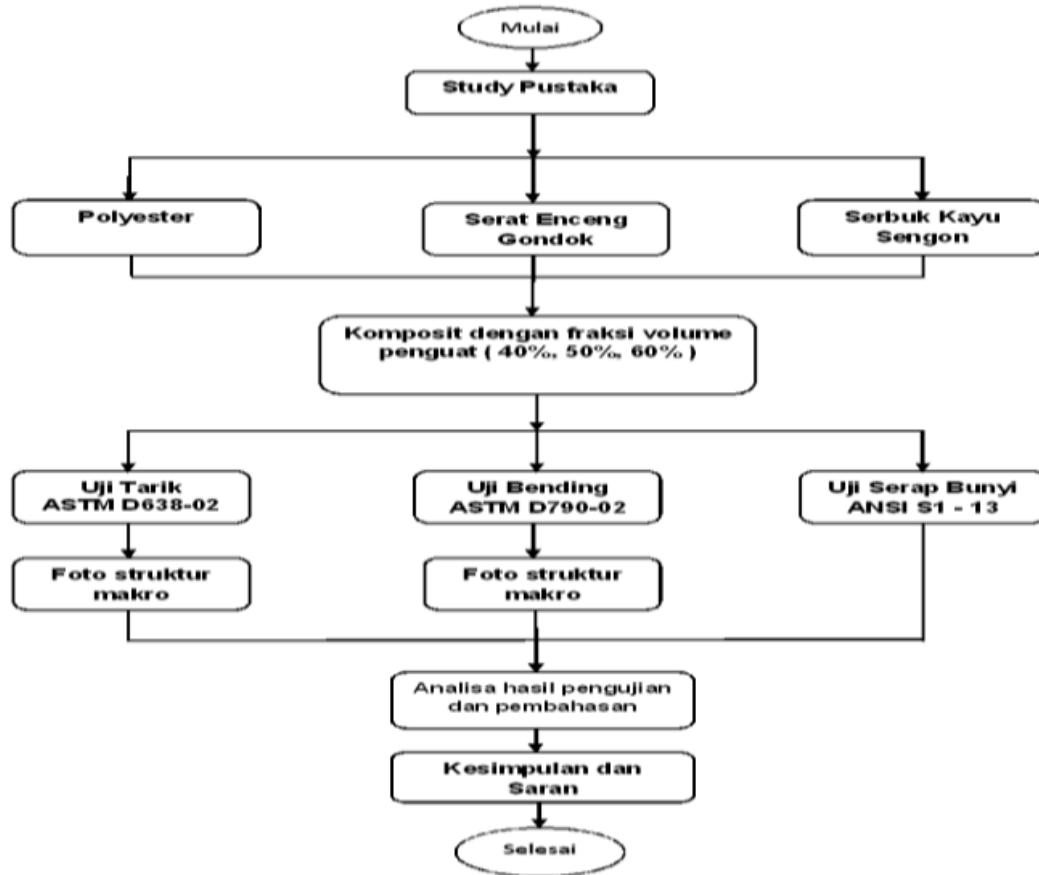
1.3 Tujuan Penelitian

1. Bagaimana pengaruh variasi fraksi volume 40%, 50%, dan 60% pada komposit serat enceng gondok dan serbuk kayu sengon terhadap kekuatan tarik material?
2. Bagaimana pengaruh variasi fraksi volume tersebut terhadap kekuatan bending komposit?

3. karakteristik kemampuan serap bunyi dari komposit yang dihasilkan
4. struktur makro patahan spesimen komposit setelah dilakukan uji tarik dan uji bending

2. METODE

Tahapan ini berisi prosedur dan pelaksanaan penelitian



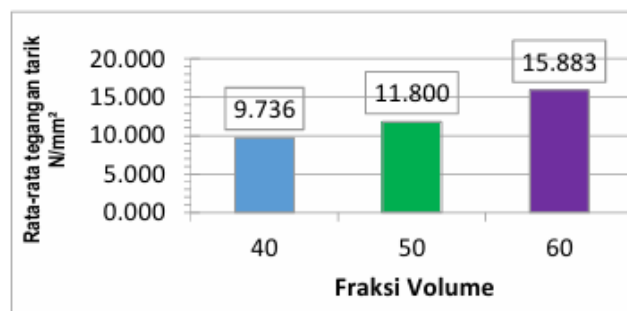
Gambar 1. Diagram Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

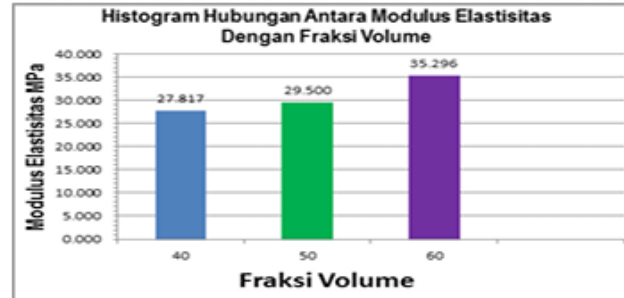
3.1 Hasil Uji Tarik

Hasil uji tarik menunjukkan bahwa variasi fraksi volume berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik komposit. Pada fraksi volume 40%, kekuatan tarik rata-rata yang diperoleh relatif rendah. Nilai kekuatan tarik meningkat pada fraksi volume 50%, dan mencapai nilai optimum pada fraksi volume 60%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi fraksi volume penguat, maka semakin besar pula kontribusi serat enceng gondok dalam menahan beban tarik (Haryanto, 2009; Romi, 2003).

Fenomena tersebut sesuai dengan teori komposit yang menyatakan bahwa peningkatan jumlah serat sebagai elemen penguat dapat meningkatkan kekuatan tarik hingga batas tertentu, sebelum akhirnya menurun akibat distribusi serat yang tidak merata atau terjadinya aglomerasi (Jones, 1975; Gibson, 1994).



Gambar 2. Histogram rata – rata tegangan Tarik

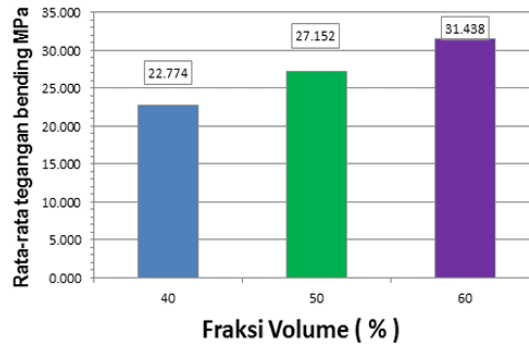


Gambar 3. Histogram Modulus Tarik

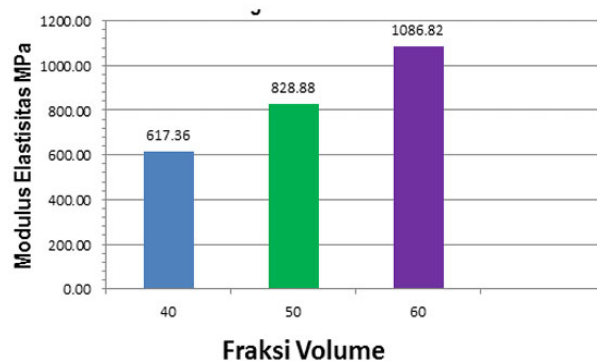
3.2 Hasil Uji Bending

Pada pengujian bending, pola yang hampir serupa juga terlihat. Komposit dengan fraksi volume 60% menunjukkan kekuatan lentur tertinggi dibandingkan dengan fraksi volume 40% dan 50%. Hal ini mengindikasikan bahwa serat enceng gondok efektif dalam menahan beban lentur, sedangkan penambahan serbuk kayu sengon memberikan kontribusi dalam mengisi matriks sehingga struktur menjadi lebih rapat (Soerianegara & Lemmens, 1993; Dephut, 2008).

Namun, pada beberapa sampel dengan fraksi volume tinggi, ditemukan indikasi terbentuknya *void* yang dapat menurunkan kekuatan lentur. Keberadaan *void* ini terjadi akibat distribusi resin yang tidak merata pada saat proses pencetakan, sesuai dengan temuan Surdia (1995) bahwa proses manufaktur komposit berpengaruh terhadap kualitas mekaniknya.



Gambar 4. Histogram Kekuatan Bending rata - rata

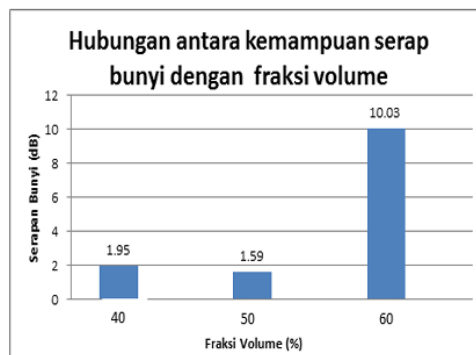


Gambar 5. Histogram Modulus Elastisitas rata - rata Bending

3.3 Hasil Uji Serap Bunyi

Hasil uji serap bunyi menunjukkan bahwa komposit memiliki kemampuan menyerap gelombang suara dengan baik, terutama pada fraksi volume 60%. Hal ini sejalan dengan penelitian Rudi Haryanto (2009) yang menemukan bahwa peningkatan fraksi massa serat enceng gondok meningkatkan nilai koefisien serap bunyi hingga mencapai maksimum pada komposisi tertentu. Struktur berpori dari serat enceng gondok memberikan efek difusi suara yang baik sehingga energi bunyi dapat diredam lebih optimal.

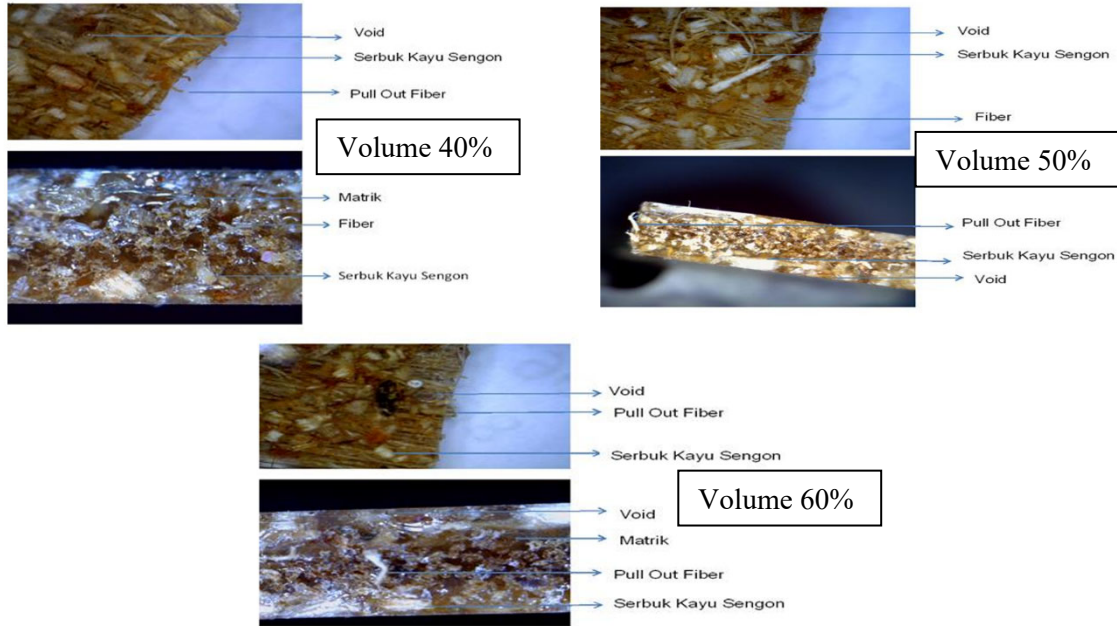
Dengan demikian, komposit enceng gondok–sengon berpotensi diaplikasikan sebagai material panel akustik ramah lingkungan, terutama pada ruang-ruang yang membutuhkan peredaman suara.



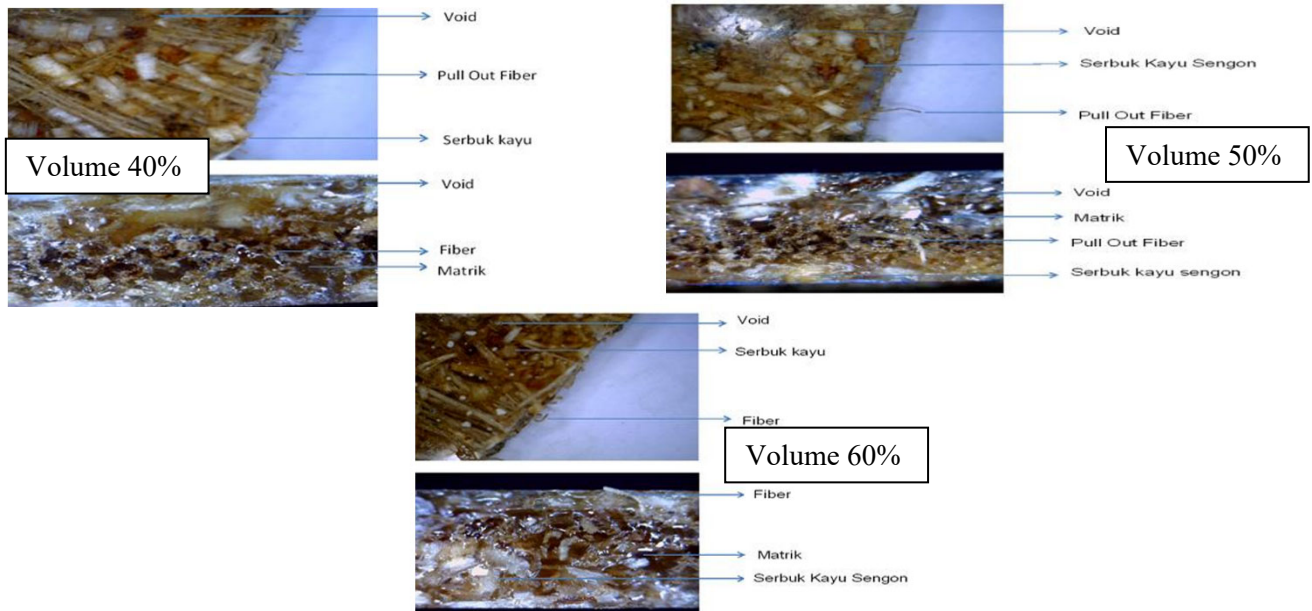
Gambar 6. Histogram Kemampuan serap bunyi serat enceng gondok

3.4 Hasil Foto Makro

Pengamatan foto makro pada spesimen setelah pengujian tarik dan bending memperlihatkan beberapa fenomena penting. Pada fraksi volume 40%, terlihat banyak serat yang terlepas dari matriks (*fiber pull-out*), menandakan ikatan antarmuka serat-resin yang kurang kuat. Pada fraksi volume 50% dan 60%, terlihat patahan yang lebih rapat dengan serat yang lebih banyak tertanam dalam matriks, menunjukkan adanya peningkatan ikatan antarmuka. Hal ini mendukung temuan Gibson (1994) bahwa sifat mekanik komposit tidak hanya ditentukan oleh jumlah fraksi volume serat, tetapi juga oleh kualitas ikatan antara serat dan matriks. Ikatan yang baik akan menghasilkan distribusi beban yang lebih merata sehingga meningkatkan kekuatan mekanik.



Gambar 6 Hasil foto patahan specimen uji Tarik



Gambar 7 Hasil foto patahan specimen uji Bending

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi fraksi volume berpengaruh nyata terhadap sifat mekanik dan akustik komposit. Fraksi volume 60% menghasilkan sifat mekanik dan kemampuan serap bunyi terbaik. Peningkatan ini sesuai dengan prinsip dasar perencanaan komposit bahwa penambahan fraksi volume serat dapat meningkatkan kekuatan mekanik hingga mencapai komposisi optimum (Jones, 1975; Gibson, 1994).

Hasil penelitian ini juga memperkuat potensi pemanfaatan serat enceng gondok dan serbuk kayu sengon sebagai bahan baku komposit ramah lingkungan. Selain menekan biaya produksi, pemanfaatan material lokal ini juga mendukung upaya pengurangan limbah biomassa yang melimpah di lingkungan perairan dan perkayuan.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposit dengan fraksi volume 60% menghasilkan kekuatan tarik dan kekuatan bending tertinggi dibandingkan dengan fraksi volume 40% dan 50%. Hal ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa peningkatan fraksi serat dapat meningkatkan kekuatan komposit hingga batas optimum (Jones, 1975; Gibson, 1994; Haryanto, 2009).
2. Hasil uji serap bunyi menunjukkan bahwa komposit pada fraksi volume 60% memiliki performa akustik terbaik, mendukung potensi aplikasinya sebagai material panel akustik ramah lingkungan (Haryanto, 2009).
3. Pada fraksi volume rendah (40%), banyak terjadi *fiber pull-out* akibat lemahnya ikatan antarmuka serat–matriks, sedangkan pada fraksi volume lebih tinggi (50% dan 60%), ikatan antarmuka lebih baik sehingga patahan terlihat lebih rapat (Gibson, 1994).
4. Selain menghasilkan sifat mekanik dan akustik yang baik, penggunaan material ini juga mendukung pemanfaatan sumber daya alam lokal sekaligus mengurangi limbah biomassa yang melimpah di lingkungan perairan dan perkayuan (Rachman, 1996; Soerianegara & Lemmens, 1993; Dephut, 2008).

DAFTAR PUSTAKA

- ANSI. (2005). *Acoustical Terminology (ANSI S1.13-2005)*. American National Standards Institute.
- ASTM. (2002). *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics (ASTM D638-02)*. American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2002). *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics (ASTM D790-02)*. American Society for Testing and Materials.
- Dephut. (2008). *Hutan Rakyat dan Kayu Sengon*. Departemen Kehutanan Republik Indonesia.
- Gibson, R. F. (1994). *Principles of Composite Material Mechanics*. McGraw-Hill.
- Haryanto, R. (2009). *Analisis Kekuatan Tarik dan Kemampuan Serap Bunyi Komposit Serat Enceng Gondok dengan Matriks Polyester*. Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Jones, R. M. (1975). *Mechanics of Composite Materials*. McGraw-Hill, New York.
- Rachman, A. (1996). *Pemanfaatan Serat Enceng Gondok untuk Bahan Komposit*. Balai Penelitian Kehutanan.
- Romi, M. (2003). *Studi Kekuatan Mekanik Komposit Serat Kontinyu dengan Matriks Polyester*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Soerianegara, I., & Lemmens, R. H. M. J. (1993). *Plant Resources of South-East Asia No. 5(1): Timber Trees: Major Commercial Timbers*. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen.
- Surdia, T. (1995). *Pengantar Ilmu Bahan*. Jakarta: Erlangga.