

Pengaruh Ukuran Partikel Ampas Tebu Komposit *Expanded Polystyrene* Terhadap Perilaku Serapan Air dan Kuat Tarik Sekrup

Indra Mawardi^{1*}, Nurdin¹, A.Jannifar¹ Fakhriza¹, Hanif Razak¹

¹ Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

*indratm@pnl.ac.id

Abstrak— Penelitian ini menggunakan komposit berbahan Expanded Polystyrene (EPS) yang diperkuat dengan serat ampas tebu dengan berbagai ukuran partikel. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh perbedaan ukuran partikel ampas tebu sebagai penguat komposit berbasis EPS terhadap sifat fisik dan mekanik. Ukuran partikel dikualifikasi dalam mesh 20 dan 40. Rasio serat terhadap matriks bervariasi; 30:70, 40:60, 50:50. Komposit dievaluasi dengan menguji daya serap air dan kekuatan tarik sekrup. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja ketahanan penyerapan air terbaik dihasilkan oleh komposit tipe B1, dengan ukuran partikel terkecil dan matriks terbesar. Begitu pula dengan kekuatan tarik ulir, komposit tipe B1 menunjukkan nilai tertinggi. Ukuran partikel dan jumlah matriks positif meningkatkan ketahanan penyerapan air dan kekuatan tarik sekrup komposit ampas tebu-EPS. Komposit tipe B1 menunjukkan kinerja ketahanan daya serap air dan ketahanan sekrup terbaik.

Kata kunci— Komposit, ampas tebu, expanded polystyrene, kuat tarik sekrup, daya serap air.

Abstract—This study used composites made from Expanded Polystyrene (EPS) reinforced with bagasse fiber with various particle sizes. This research aims to evaluate the effect of different particle sizes of bagasse as reinforcement for EPS-based composites on physical and mechanical properties. Particle sizes are qualified in mesh 20 and 40. The fiber-to-matrix ratio was varied; 30:70, 40:60, 50:50. The composites were evaluated by testing water absorption and screw withdrawal. The research results show that the best water absorption resistance performance is produced by composite type B1, with the smallest particle size and the largest matrix. Likewise, with screw tensile strength, type B1 composite shows the highest value. The particle size and amount of matrix positively increase the water absorption resistance and screw withdrawal of the bagasse-EPS composite. Composite type B1 shows the best water absorption and screw withdrawal performance.

Keywords—Composite, bagasse, expanded polystyrene, screw withdrawal resistance, water absorption

I. PENDAHULUAN

Komposit adalah salah satu material yang berkembang dan merupakan hasil dari suatu penemuan di bidang ilmu material pengetahuan modern. Ini adalah material ringan dengan rasio kekuatan terhadap berat dan sifat kekakuan yang tinggi [1], [2] Bahan komposit digunakan dalam industri otomotif dan kelautan, furnitur dan bahan bangunan, aplikasi sipil dan militer, pesawat udara dan luar angkasa, dan banyak lagi. Sejumlah serat dan matriks sintetik telah digunakan untuk membuat komposit yang memiliki beragam sifat. Dalam fabrikasi komposit penggunaan serat alami menjadi perhatian besar karena serat alami bersifat biodegradable dan ramah lingkungan [3], [4]. Para ilmuwan dan insinyur memiliki minat yang besar untuk menemukan sumber bahan mentah baru yang memiliki sifat fisik dan mekanik yang sebanding dengan serat sintesis.

Berbagai parameter lain yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan bahan baku adalah murah, ramah lingkungan, tidak menimbulkan bahaya kesehatan, tingkat fleksibilitas yang tinggi, umur tanaman yang lebih rendah, pengumpulan yang mudah dan ketersediaan regional yang secara langsung mempengaruhi kesesuaian serat alam. Hal yang terpenting, serat alami merupakan sumber daya terbarukan, sehingga memberikan solusi pasokan berkelanjutan yang lebih baik, seperti biaya rendah, kepadatan rendah, pengeluaran

pemrosesan paling sedikit, tidak ada bahaya kesehatan dan sifat mekanik dan fisik yang baik [5].

Dalam beberapa tahun terakhir, terdapat kecenderungan peningkatan ke arah pemanfaatan serat alam yang lebih efisien dari limbah proses agroindustri, yaitu ampas tebu yang merupakan serat alami. Ampas tebu merupakan residu berserat dari tebu setelah penghancuran dan ekstraksi sari tebu dan merupakan salah satu sisa produk pertanian terbesar di dunia, dan Indonesia merupakan salah satu negara dengan produksi tebu mencapai 145.100 ton dengan luas lahan mencapai 444.800 hektar [6]. Dikarenakan ketersediaan yang berlimpah dan ramah lingkungan, penggunaan serat ampas tebu dalam fabrikasi komposit semakin meningkat dari hari ke hari. Ampas tebu terdiri dari tiga komponen makromolekul utama: 50% selulosa, 25% polioses, dan 25% lignin [7].

Penggunaan berbagai jenis serat alam telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya [4], [5], [8], [9]. Beberapa peneliti sebelumnya telah menggunakan ampas tebu sebagai penguat pada berbagai jenis komposit dan semen [10], [11], [12]. Komposit berbasis ampas tebu juga telah dikembangkan sebagai material tahan peluru [13], dan bahan isolator pada otomotif [14], [15], disamping juga banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar [16].

Sebagai bahan matriks, *Expanded Polystyrene* (EPS) atau yang lebih dikenal dengan *styrofoam* telah banyak digunakan

dengan serat alami dalam pembuatan komposit. EPS adalah jenis PS (*Polystyrene*) umum yang telah digunakan dalam aplikasi pembungkus elektronik dan wadah makan. EPS terdiri dari hampir 98% udara dan 2% plastik [17]. Karena biaya produksinya yang rendah dan kemudahan pembuatannya, EPS telah banyak diproduksi. Namun, masa pakai produk ini sangat singkat, dan dalam waktu singkat berakhir di tempat pembuangan sampah. Karena merupakan produk yang tidak dapat terurai, limbah EPS dalam jumlah besar dapat membahayakan lingkungan jika tidak digunakan kembali, didaur ulang, atau ditingkatkan kualitasnya setelah digunakan. Pentingnya daur ulang EPS kontras dengan banyaknya tantangan yang ditimbulkannya. EPS memiliki volume yang besar ditambah dengan kepadatan yang rendah ($10 - 25 \text{ kg/m}^3$), sehingga menyulitkan proses daur ulang [2].

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efek dari perbedaan ukuran partikel ampas tebu sebagai penguat komposit berbahan dasar EPS terhadap sifat fisis dan mekanik. Partikel ampas tebu disortir dalam dua ukuran mesh, yaitu mesh 20 dan 40. Spesimen komposit diuji daya serap air dan kuat tarik sekrup.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Material

Ampas tebu berfungsi sebagai penguat. Ampas tebu dikumpul dari penggilingan tebu di sekitaran Lhokseumawe. Sampah EPS dikumpulkan dari bekas kemasan *packing* elektronik di sekitar Lhokseumawe. Alkali untuk merendam partikel untuk menghilangkan lapisan lilin yang terdapat pada partikel ampas tebu. *Coupling agent* berfungsi sebagai peningkat ikatan matriks dan partikel. Pelarut berupa *silena*, berfungsi sebagai pelarut EPS. *Benzoyl peroxide* berfungsi sebagai inisiator yang dapat mempercepat proses menyatunya ampas tebu dengan EPS.

B. Perlakuan Ampas Tebu

Partikel ampas tebu sebagai filler komposit sebelum digunakan mendapat perlakuan awal. Proses perlakuan awal serat pada proses pembuatan komposit berpengaruh positif terhadap sifat mekanis dan fisis komposit partikel [19]. Perlakuan awal partikel ampas tebu dilakukan dengan menghaluskan dalam kategori mesh 20 dan 40. Ampas tebu direndam di dalam larutan 5% NaOH selama 60 menit. Ampas tebu kemudian dicuci dengan air sampai pH netral dan dikeringkan di bawah sinar matahari.

C. Pembentukan Komposit

Komposit ampas tebu dibentuk dengan menggunakan matriks dari EPS. Komposit gipsium dibentuk dalam empat type seperti diperlihatkan pada Tabel 1. Pembentukan komposit dimulai dengan melarutkan EPS dengan silena, kemudian memasukan *coupling agent* dan *benzoyl peroxide* sesuai persentase ke dalam wadah, selanjutnya campuran yang selanjutnya disebut matriks dimixer hingga homogen. Masukan partikel ampas tebu dengan perbandingan sesuai dengan Tabel 1. Selanjutnya campuran matriks dan partikel

ampas tebu di mixer kempaai hingga rata. Campuran tersebut kemudian dituangkan ke dalam alam cetakan yang telah disiapkan. Ratakan adonan sesuai dengan ketebalan cetakan. Proses pengerasan adonan komposit gipsium akan mengeras lebih kurang 24 jam. Proses akhir adalah membongkar cetakan dan spesimen dijemur hingga kering

Tabel 1. Komposisi komposit ampas tebu/EPS

Type komposit	Mesh	Ratio Ampas : EPS
A1	20	30:70
A2	20	40:60
A3	20	50:50
B1	40	30:70
B2	40	40:60
B3	40	50:50

D. Pengujian Daya Serap Air

Pada pengujian daya serap air, spesimen dicetak sebanyak 4 spesimen dengan dimensi (50 x 50 x 10 mm). Spesimen dikeringkan dengan cara di biarkan didalam suhu kamar selama 14 hari. Setelah kering lalu ditimbang. Spesimen kemudian direndam dalam air selama 24 jam. Pengujian daya serap air dapat dilihat pada gambar 1. Pengujian daya serap air mengacu pada ASTM D 785. Daya serap air dihitung dengan persamaan dibawah ini.

$$DSA = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 \tag{1}$$

dimana,

DSA : daya serap air, (%)

m_2 : berat spesimen setelah perendaman, (g)

m_1 : berat spesimen sebelum perendaman, (g)



Gambar 1. Pengujian daya serap air

E. Pengujian Kuat Tarik Sekrup

Spesimen kuat tarik sekrup dibentuk dengan dimensi 50x50x10 mm dan menggunakan sekrup berdiameter 3 mm dan panjang 25 mm. Pengujian mekanis menggunakan mesin uji universal UTM Tensilon Model RTF 1350 dengan kecepatan penarikan 2 mm/menit. Gambar 2 memperlihatkan pengujian tarik sekrup.



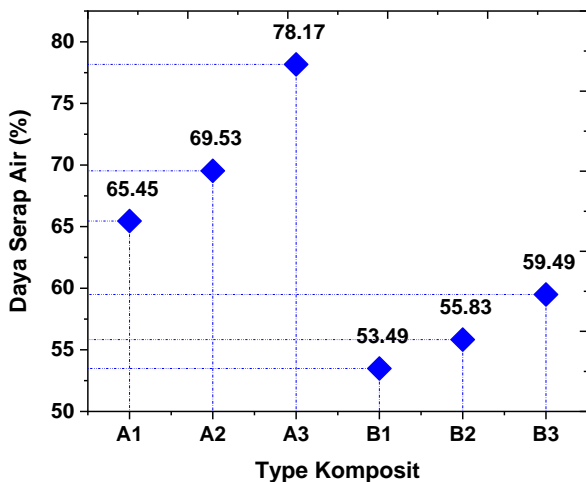
Gambar 2. Pengujian kuat tarik sekrup

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

F. Perilaku Daya Serap Air

Gambar 3 memperlihatkan kinerja dari komposit terhadap daya serap air. Daya serap air komposit dengan ukuran partikel mesh 20 berkisar antara 65,45-78,17% dan komposit dengan ukuran partikel mesh 40 berkisar antara 53,49 – 59, 49%. Komposit type A3 dengan ukuran partikel mesh 20 dan jumlah matrik yang 50% memiliki kinerja kemampuan daya serap air yang tinggi dibandingkan type lainnya. Selanjutnya, komposit type B1 dengan ukuran partikel mesh 40 dan jumlah matrik 70% menghasilkan perilaku ketahanan terhadap air yang lebih baik dibandingkan semua type yang diuji.

Pada kasus ini, komposit dengan ukuran partikel yang lebih kecil (mesh 40) memiliki ketahanan daya serap air yang lebih baik dibandingkan komposit dengan ukuran partikel yang lebih besar (mesh 20). Peningkatan ukuran partikel memberi efek yang positif terhadap kemampuan daya serap air. Fenomena ini juga diikuti jumlah matrik, dimana pengurangan persentase matrik secara bertahap telah meningkatkan kinerja daya serap air dari komposit. Hasil temuan ini sesuai dengan temuan peneliti sebelumnya [4].

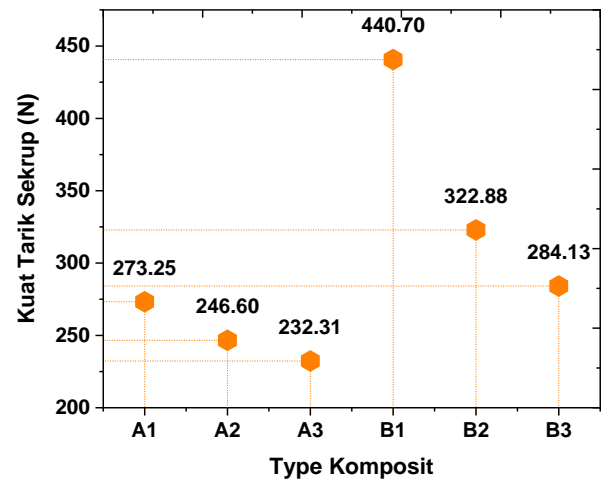


Gambar 3. Daya serap air komposit ampas tebu-EPS

G. Kekuatan Tarik Sekrup

Kuat tarik sekrup komposit ampas tebu-EPS berkisar antara 232,31-440,70 N (Gambar 4). Kuat tarik sekrup komposit dengan ukuran partikel mesh 20 berkisar antara 232,31-273,25 N dan komposit dengan ukuran partikel mesh 40 berkisar 284,13 sampai 440,70 N. Kuat tarik sekrup tertinggi dihasilkan oleh komposit type B1 dan yang terendah pada komposit type A3.

Pengurang ukuran partikel telah berefek positif terhadap peningkatan kuat tarik sekrup. Demikian juga peningkatan jumlah matrik secara bertahap dapat meningkatkan kuat tarik sekrup. Fenomena ini tidak terlepas dari meningkatnya interface antara matrik dan filler. Jumlah matrik yang lebih banyak dan ukuran partikel yang lebih kecil dapat meningkatkan kebasahan partikel yang lebih banyak. Hasil temuan ini diperkuat dengan temuan peneliti terdahulu [20].



Gambar 4. Kuat tarik sekrup komposit ampas tebu-EPS

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menyimpulkan daya serap air komposit ampas tebu-EPS berkisar antara 53,49% sampai dengan 78,17%. Kinerja ketahanan daya serap air terbaik dihasilkan oleh komposit type B1, dengan ukuran partikel terkecil dan matrik terbanyak. Kuat tarik sekrup komposit berkisar antara 232,31 – 440,70 N, dengan komposit type B1 menunjukkan nilai tertinggi. Ukuran partikel dan jumlah matriks telah memberi efek positif terhadap peningkatan ketahanan daya serap air dan kuat tarik sekrup dari komposit ampas tebu-EPS.

REFERENSI

- [1] M. B. Hoque, M. S. Bari, and A. Nobi, "Effect of Sugarcane Baggasse Fiber on Tensile Properties and Water Uptake Behaviour of Polypropylene (PP) Composites," *Nano Hybrids and Composites*, vol. 26, pp. 1–7, 2019.
- [2] I. Mawardi and H. Lubis, *Proses Manufaktur Plastik Dan Komposit*. Penerbit Andi.
- [3] I. Mawardi, J. Teknik, M. Politeknik, N. Lhokseumawe, and B. Aceh, "Mutu Papan Partikel dari Kayu Kelapa Sawit Berbasis Perak Polystyrene," pp. 91–96, 1996.

- [4] I. Mawardi, S. Aprilia, M. Faisal, and S. Rizal, "An investigation of thermal conductivity and sound absorption from binderless panels made of oil palm wood as bio-insulation materials," *Results in Engineering*, p. 100319, 2021.
- [5] I. Mawardi, S. Aprilia, M. Faisal, and S. Rizal, "Characterization of Thermal Bio-Insulation Materials Based on Oil Palm Wood: The Effect of Hybridization and Particle Size," *Polymers*, vol. 13, no. 19, p. 3287, 2021.
- [6] Direktorat Jenderal Perkebunan, "Produksi Tanaman Perkebunan." pp. 1–2, 2021.
- [7] H. Yudo and S. Jatmiko, "Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (Baggase) Ditinjau dari Kekuatan Tarik dan Impak," *Kapal*, vol. 5, no. 2, pp. 95–101, 2008.
- [8] J. António, A. Tadeu, B. Marques, J. A. S. Almeida, and V. Pinto, "Application of rice husk in the development of new composite boards," *Construction and Building Materials*, vol. 176, pp. 432–439, 2018.
- [9] M. E. Selamat, R. Hashim, O. Sulaiman, M. H. M. Kassim, N. I. Saharudin, and O. F. A. Taiwo, "Comparative study of oil palm trunk and rice husk as fillers in gypsum composite for building material," *Construction and Building Materials*, vol. 197, pp. 526–532, 2019.
- [10] F. Hernández-Olivares, R. E. Medina-Alvarado, X. E. Burneo-Valdivieso, and A. R. Zúñiga-Suárez, "Short sugarcane bagasse fibers cementitious composites for building construction," *Construction and Building Materials*, vol. 247, p. 118451, 2020.
- [11] M. R. Cabral *et al.*, "Evaluation of pre-treatment efficiency on sugarcane bagasse fibers for the production of cement composites," *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, vol. 18, pp. 1092–1102, 2018.
- [12] N. A. Ramlee, M. Jawaid, S. A. K. Yamani, E. S. Zainudin, and S. Alamery, "Effect of surface treatment on mechanical, physical and morphological properties of oil palm/baggase fiber reinforced phenolic hybrid composites for wall thermal insulation application," *Construction and Building Materials*, vol. 276, p. 122239, 2021.
- [13] S. N. Monteiro, V. S. Candido, F. O. Braga, L. T. Bolzan, R. P. Weber, and J. W. Drelich, "Sugarcane bagasse waste in composites for multilayered armor," *European Polymer Journal*, vol. 78, pp. 173–185, 2016.
- [14] F. Abedom, S. Sakthivel, D. Asfaw, B. Melese, E. Solomon, and S. S. Kumar, "Development of natural fiber hybrid composites using sugarcane bagasse and bamboo charcoal for automotive thermal insulation materials," *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2021, pp. 1–10, 2021.
- [15] M. K. Marichelvam *et al.*, "A novel palm sheath and sugarcane bagasse fiber based hybrid composites for automotive applications: An experimental approach," *Polymer Composites*, vol. 42, no. 1, pp. 512–521, 2021.
- [16] V. Guna, M. Ilangovan, C. Hu, K. Venkatesh, and N. Reddy, "Valorization of sugarcane bagasse by developing completely biodegradable composites for industrial applications," *Industrial Crops and Products*, vol. 131, pp. 25–31, 2019.
- [17] N. H. Ramli Sulong, S. A. S. Mustapa, and M. K. Abdul Rashid, "Application of expanded polystyrene (EPS) in buildings and constructions: A review," *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 136, no. 20, pp. 1–11, 2019.
- [18] M. D. Samper, D. Garcia-Sanoguera, F. Parres, and J. López, "Recycling of expanded polystyrene from packaging," *Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology*, vol. 26, no. 2, pp. 83–92, 2010.
- [19] I. Mawardi, S. Rizal, S. Aprilia, and M. Faisal, "Thermal Characteristics of Oil Palm Wood and Ramie Fiber as Raw Materials for Thermal Insulation Bio Board," in *Proceedings of the 2nd International Conference on Experimental and Computational Mechanics in Engineering*, 2021, pp. 21–31.
- [20] I. Mawardi, A. Azwar, and A. Rizal, "Kajian Perlakuan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanis Komposit Epoksi Serat Sabut Kelapa," *Journal of POLIMESIN*, vol. 15, no. 1, pp. 22–29, 2017.