

ABSTRAK

Pemanfaatan material ramah lingkungan dalam pengembangan komposit terus menjadi perhatian sebagai upaya memperoleh material yang memiliki sifat mekanik baik sekaligus mendukung prinsip keberlanjutan. Salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah limbah cangkang telur yang kaya akan kalsium karbonat (CaCO_3) sebagai *bio-filler* pada komposit *sandwich* berbasis resin *epoxy*. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi fraksi volume CaCO_3 hasil sintesis cangkang telur dan jenis serat terhadap kekuatan impak, kekuatan bending, serta laju keterbakaran komposit *sandwich*. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan faktorial dengan variasi fraksi volume CaCO_3 sebesar 5%, 10%, dan 15%, serta tiga jenis serat, yaitu serat karbon, *fiberglass*, dan serat nipah. Pembuatan spesimen dilakukan dengan metode *hand lay-up* menggunakan *core* PLA hasil *3D printing*, kemudian diuji berdasarkan standar ASTM D6110, ASTM C393, dan ASTM D635. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan ANOVA dua arah untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fraksi volume CaCO_3 dan jenis serat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap seluruh karakteristik yang diuji. Komposit dengan *skin* serat karbon menghasilkan performa terbaik, ditunjukkan oleh nilai kekuatan bending sebesar 167,704 MPa, kekuatan impak sebesar 859 J/m, serta laju keterbakaran terendah sebesar 8,114 mm/menit. Penambahan CaCO_3 terbukti mampu meningkatkan ketahanan impak dan ketahanan terhadap api, meskipun pada fraksi volume yang lebih tinggi terjadi penurunan kekuatan bending akibat aglomerasi partikel dan terbentuknya *void*.

Kata kunci: komposit *sandwich*, kalsium karbonat (CaCO_3), cangkang telur, sifat mekanik, laju keterbakaran.

ABSTRACT

The growing demand for high-performance and environmentally sustainable composite materials has encouraged the exploration of renewable resources and industrial waste as alternative reinforcement and filler materials. Among these, waste eggshells, which are rich in calcium carbonate (CaCO_3), offer significant potential as bio-fillers in epoxy-based sandwich composites. This study aimed to investigate the effects of synthesized eggshell-derived CaCO_3 volume fractions and different skin fiber types on the impact strength, flexural strength, and flammability of sandwich composites. An experimental method with a two-factor factorial design was employed, using CaCO_3 volume fractions of 5%, 10%, and 15%, combined with carbon fiber, fiberglass, and nipa fiber as skin reinforcements. The composites were fabricated using the hand lay-up technique with a 3D-printed PLA core. Mechanical and flammability tests were conducted according to ASTM D6110, ASTM C393, and ASTM D635 standards, while the experimental data were analyzed using two-way ANOVA. The findings revealed that both CaCO_3 content and fiber type significantly influenced the mechanical and flammability properties of the composites. Carbon fiber-reinforced specimens exhibited the best overall performance, achieving a flexural strength of 167.704 MPa, an impact strength of 859 J/m, and the lowest burning rate of 8.114 mm/min. Although increasing the CaCO_3 content improved impact resistance and fire performance, excessive filler loading reduced flexural strength due to particle agglomeration and void formation.

Keywords: *sandwich composite, calcium carbonate (CaCO_3), eggshell waste, mechanical properties, flammability.*