

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Komposit masih menjadi pilihan utama sebagai material pengganti logam. Secara umum bahan komposit merupakan perpaduan dari dua atau lebih jenis material yang memiliki sifat-sifat tertentu yang tidak dapat dimiliki oleh masing-masing komponen secara terpisah. Komposit memiliki kelebihan antara lain ringan, tahan korosi, kemudahan konstruksi, permukaan lebih halus, kaku, tahan lama dan harga terjangkau. Unsur pembentuk komposit adalah matriks dan penguat, matriks yang umum digunakan adalah polimer berbahan resin dan penguat serat sintesis berbahan serat karbon. Penggunaan dan pemanfaatan material komposit di berbagai bidang disesuaikan dengan kebutuhan dan kekuatannya selain yang paling utama sebagai bahan pengganti material yang sudah ada.

Karakteristik material penyusun komposit polimer akan berpengaruh terhadap kinerja dari komposit yang dihasilkan. Penambahan material *inert* atau bahan pengisi (filler) dilakukan guna meningkatkan sifat mekanik dari komposit polimer. Masih sering dijumpai komposit berpenguat serat mempunyai umur pakai yang relatif tidak panjang, sehingga penambahan filler dengan jenis yang berbeda mulai banyak diteliti. Pengisi yang umumnya berbahan serbuk silika dan serbuk kaca dapat diganti dengan bahan alternatif lainnya termasuk bahan yang terdapat di alam seperti cangkang kerang dalam bentuk serbuk. Cangkang kerang hijau (*Perna Viridis*) merupakan bagian luar yang keras dan berfungsi untuk melindungi tubuh lunak dari kerang hijau. Cangkang kerang ini tersusun atas kalsium karbonat dan memiliki beragam manfaat dalam bentuk aslinya maupun setelah melalui proses pengolahan. Serbuk cangkang kerang yang mengandung kalsium karbonat CaCO_3 bisa digunakan sebagai pengisi (filler) tambahan pada komposit sebagai penguat (Waluyo & Maidhah, 2020).

Kalsium karbonat CaCO_3 yang diproduksi dari bahan baku biogenik seperti cangkang kerang hijau bisa digunakan sebagai bahan pengisi matriks komposit dengan tujuan meningkatkan kekuatan komposit. Penggunaan kalsium karbonat dari cangkang kerang menghasilkan komposit dengan kekuatan mekanik yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit menggunakan kalsium karbonat komersial. Salah satu karakteristik utama kalsium karbonat yang berasal dari biogenik terletak pada komposisi polimorfnya, yaitu kandungan kristal aragonit yang lebih tinggi dibandingkan dengan kalsium karbonat komersial yang diperoleh dari batu alam (Gigante et al., 2020). Penambahan kalsium karbonat CaCO_3 secara

bertahap dalam bentuk serbuk cangkang kerang mengakibatkan pengerasan pada biokomposit yang ditandai dengan peningkatan modulus elastisitas serta sedikit penurunan pada tegangan maksimum. Hal ini disebabkan karena modulus elastisitas partikel anorganik umumnya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan polimer sehingga modulus elastisitas komposit cenderung lebih tinggi dari pada matriksnya.

Bio-filler yang berasal dari cangkang kerang dan mengandung CaCO_3 sebagai material ramah lingkungan banyak dimanfaatkan dalam pelapis tahan api, material komposit, dan plastik untuk meningkatkan ketahanan terhadap api, stabilitas termal, kemampuan pembentukan arang, serta kinerja mekanik material. Material tersebut memiliki karakteristik yang unggul seperti bobot yang ringan, ketersediaan dalam jumlah besar, dan biaya yang relatif terjangkau. Penelitian oleh Wang et al., (2021) menunjukkan bahwa bio-filler memberikan efek sinergis yang sangat baik dalam meningkatkan ketahanan api serta sifat pembentukan arang pada lapisan tahan api intumesen, dengan cangkang kerang menampilkan efisiensi sinergis ketahanan api tertinggi. Pada penambahan bio-filler dengan kandungan yang sama, cangkang kerang yang tersusun atas CaCO_3 aragonit memberikan efisiensi sinergis tertinggi, diikuti oleh cangkang keong yang terdiri atas campuran CaCO_3 aragonit dan kalsit, sedangkan cangkang telur yang tersusun atas CaCO_3 kalsit menunjukkan efek sinergis paling rendah.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan menganalisis pemanfaatan limbah serbuk cangkang kerang hijau yang mengandung kalsium karbonat sebagai bahan pengisi (filler) pada komposit *sandwich* dengan skin serat nipah, serat karbon, dan serat kaca terhadap sifat mekanik dan fisik. Penelitian ini fokus pada penggabungan struktur komposit *sandwich* yang terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapisan tengah core menggunakan bahan PLA (*Polylactic Acid*), lapisan atas dan bawah yaitu skin yang menggunakan serat nipah, serat karbon, dan serat kaca yang dilapisi resin yang telah dicampur secara homogen dengan serbuk kalsium karbonat dari cangkang kerang hijau.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka perumusan masalah dalam penelitian ini dapat dinyatakan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh fraksi volume serbuk kalsium karbonat CaCO_3 hasil sintesis cangkang kerang hijau terhadap kekuatan impak, kekuatan bending, dan laju keterbakaran komposit *sandwich*?

2. Bagaimana pengaruh jenis serat pada skin terhadap kekuatan impak, kekuatan bending, dan laju keterbakaran komposit *sandwich*?
3. Bagaimana pengaruh interaksi fraksi volume serbuk kalsium karbonat CaCO_3 hasil sintesis cangkang kerang hijau dan jenis serat pada skin terhadap kekuatan impak, kekuatan bending, dan laju keterbakaran komposit *sandwich*?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh fraksi volume penambahan kalsium karbonat CaCO_3 hasil sintesis cangkang kerang hijau terhadap kekuatan impak, kekuatan bending, dan laju keterbakaran komposit *sandwich*.
2. Mengetahui pengaruh jenis serat pada skin terhadap kekuatan impak, kekuatan bending, dan laju keterbakaran komposit *sandwich*.
3. Mengetahui pengaruh interaksi fraksi volume serbuk kalsium karbonat CaCO_3 hasil sintesis cangkang kerang hijau dan jenis serat pada skin terhadap kekuatan impak, kekuatan bending, dan laju keterbakaran komposit *sandwich*.

1.4. Batasan Masalah

Agar penelitian dapat berjalan secara fokus dan terarah, maka batasan masalah dalam ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian laju keterbakaran hanya berfokus pada laju rambat api, sehingga tidak membahas parameter lain seperti kalor, perpindahan panas, konduktivitas thermal, dan analisis thermal secara mendalam.
2. Kondisi lingkungan selama proses pembuatan komposit *sandwich* (suhu dan kelembapan) dianggap konstan dan tidak mempengaruhi hasil pengujian secara signifikan.

1.5. Asumsi Penelitian

Adapun asumsi dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ukuran serbuk kalsium karbonat CaCO_3 dianggap seragam 100 *mesh*.
2. Pencampuran serbuk kalsium karbonat CaCO_3 dan resin epoxy dianggap setara.
3. Tekanan pada saat proses *hand lay-up* dianggap sama.

1.6. Sistematika Penulisan

Proposal skripsi ini ditulis dalam beberapa bab yang disusun secara terstruktur dan sistematis. Penyusunannya mengacu pada kaidah penulisan ilmiah, sehingga

mempermudah pembaca dalam memahami alur penelitian secara menyeluruh mulai dari tahap awal hingga akhir.

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan uraian umum yang menjelaskan latar belakang serta alasan dilaksanakannya penelitian. Pada bagian latar belakang, peneliti menjabarkan pengembangan material komposit yang ringan, memiliki kekuatan tinggi, dan bersifat ramah lingkungan sebagai solusi terhadap kebutuhan industri modern. Peneliti memfokuskan penelitian ini pada pemanfaatan limbah cangkang kerang hijau sebagai sumber alami kalsium karbonat yang berfungsi meningkatkan sifat mekanik dan fisik komposit *sandwich* berbasis resin epoxy. Bagian rumusan masalah menjelaskan pertanyaan utama mengenai pengaruh variasi fraksi volume CaCO_3 terhadap kekuatan dan ketahanan material. Peneliti menjelaskan tujuan penelitian untuk menentukan komposisi optimum serta mengetahui pengaruh penambahan CaCO_3 terhadap karakteristik mekanik dan fisik komposit *sandwich*.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab dua ini menyajikan kontruksi teori yang menjadi landasan dalam perumusan hipotesis penelitian. Pembahasan diawali dengan teori mengenai konsep komposit dan struktur komposit *sandwich*. Selanjutnya diuraikan dasar teori mengenai material penyusun yaitu kalsium karbonat CaCO_3 dari cangkang kerang hijau sebagai filler, serat nipah, serat karbon, serat kaca sebagai lapisan skin, resin epoxy sebagai matriks, penggunaan metode *hand lay-up* dalam proses pembuatan spesimen, dan teori pengujian impak, bending, dan laju keterbakaran. Kajian teori tersebut diperkuat dengan hasil penelitian terdahulu yang membahas pengaruh fraksi volume CaCO_3 dan struktur komposit *sandwich* terhadap sifat mekanik dan fisik material. Berdasarkan tinjauan tersebut, diidentifikasi adanya *research gap* berupa masih terbatasnya penelitian yang mengkaji pengaruh variasi fraksi volume CaCO_3 hasil sintesis cangkang kerang hijau dan jenis serat pada skin terhadap nilai kekuatan impak, bending, dan laju keterbakaran komposit *sandwich*.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab tiga ini menjelaskan langkah-langkah penting dan sistematis yang dilaksanakan untuk menyelesaikan permasalahan penelitian. Bagian awal, peneliti memaparkan jenis penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Selanjutnya peneliti menjelaskan variabel yang meliputi variabel bebas berupa variasi fraksi volume kalsium karbonat CaCO_3 dan jenis serat pada skin, variabel terikat berupa hasil uji

mekanik dan fisik, serta variabel kontrol berupa jenis serat dan jumlah aditif. Bagian berikutnya menguraikan tahapan penelitian yang dihasilkan secara berurutan, dimulai dari proses sintesis CaCO_3 dari cangkang kerang hijau menggunakan metode presipitasi, kemudian dilanjutkan dengan proses pembuatan komposit *sandwich* melalui kombinasi teknologi 3D printing untuk pembuatan core PLA dan metode *hand lay-up* untuk pembuatan lapisan skin dari serat karbon atau serat nipah. Peneliti juga menjelaskan alat dan bahan yang digunakan serta prosedur pengambilan data. Data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisis menggunakan metode statistik ANOVA untuk menentukan pengaruh variasi fraksi volume CaCO_3 terhadap sifat mekanik dan fisik komposit *sandwich*.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV menyajikan hasil penelitian mengenai pengaruh fraksi volume kalsium karbonat CaCO_3 hasil sintesis cangkang kerang hijau dan jenis serat terhadap karakteristik mekanik serta komposit *sandwich*. Hasil pengujian yang meliputi uji impak, uji bending, dan uji laju keterbakaran disajikan dalam bentuk tabel, grafik, serta dokumentasi visual untuk memudahkan interpretasi data. Selanjutnya data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan statistik guna mengetahui pengaruh masing-masing faktor maupun interaksinya terhadap respon yang diamati. Pembahasan dilakukan dengan menghubungkan hasil penelitian terhadap teori yang relevan, mekanisme perilaku komposit *sandwich*, serta membandingkannya dengan hasil penelitian terdahulu yang sejenis.

5. BAB V PENUTUP

Bab V merupakan bagian akhir dari penelitian yang berisi kesimpulan dan saran berdasarkan seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan disusun dengan mengacu pada tujuan penelitian, hasil pengujian, serta analisis data yang telah dibahas pada bab sebelumnya, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai pengaruh fraksi volume CaCO_3 hasil sintesis cangkang kerang hijau dan jenis serat terhadap karakteristik mekanik dan fisik komposit *sandwich*. Selain itu pada bab ini juga disampaikan saran yang diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk mengembangkan penelitian selanjutnya, khususnya dalam upaya meningkatkan performa komposit *sandwich* melalui optimasi material, metode manufaktur, maupun parameter pengujian yang digunakan.