

BAB I

PENDAHULUAN

Bab satu berisikan uraian yang membahas tentang pendahuluan yang mencakup pada pembahasan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi sistematika penelitian dan penulisan skripsi. Berikut adalah penjelasan lebih lengkapnya.

1.1 Latar Belakang

Menurut (Mbamalu dkk., 2025) Keselamatan terhadap kebakaran merupakan aspek yang sangat penting dalam dunia industri,. Komposit Polimer Tahan Api (*Fire-Retardant Polymer Composites/FRPC*) telah dimanfaatkan sebagai material yang efektif dalam meningkatkan keamanan di lingkungan industri. Material ini dikembangkan dengan cara menambahkan aditif *flame retardant* ke dalam polimer, sehingga meningkatkan ketahanannya terhadap bahaya kebakaran atau memperlambat laju pembakaran. FRPC secara luas digunakan dalam industri konstruksi, di mana material ini diaplikasikan pada bahan bangunan seperti insulasi kabel, dan panel dinding. Selain itu, FRPC juga digunakan dalam industri transportasi, seperti pada pembuatan pesawat, kereta api, dan mobil. Sektor energi FRPC diaplikasikan pada turbin angin, rig minyak, dan sebagai isolasi listrik. Efektivitas FRPC dalam meningkatkan keselamatan kebakaran yang disebabkan oleh stabilitas termalnya yang sangat baik, tingkat kemudahan terbakar yang rendah, serta kemampuan membentuk lapisan arang (*char*) yang tinggi. Sifat-sifat tersebut memungkinkan FRPC untuk bertahan terhadap suhu tinggi dan tekanan pembakaran yang ekstrem akibat kebakaran.

Menurut (Murad dkk., 2025) Komposit polimer yang diperkuat serat merupakan material yang sangat umum digunakan dalam berbagai aplikasi. kerentanannya terhadap api selama masa penggunaan telah menimbulkan kekhawatiran serius terkait keselamatan manusia, lingkungan, ekonomi, dan properti. Pengembangan komposit polimer tahan api (*flame retardant fiber composites*) mendapat perhatian besar karena perannya yang signifikan dalam meningkatkan keamanan terhadap kebakaran dan ledakan. penelitian ini membahas mekanisme penyebaran api pada material komposit serta efek sinergis dari berbagai jenis aditif terhadap sifat mekanik, termal, kimia, dan integritas struktural dari komposit yang telah dimodifikasi dengan *flame retardant*. Beberapa metode untuk meningkatkan ketahanan api pada material komposit polimer serta dampaknya terhadap parameter-parameter komposit diamati secara kritis. Metode pengujian terhadap sifat mudah terbakar pada komposit juga dibahas secara rinci. Pengoptimalan jenis dan

konsentrasi aditif yang digunakan, dimungkinkan untuk mengembangkan komposit tahan api terbaru yang memiliki kelebihan di berbagai aplikasi industri.

Menurut (Core dkk., 2022) Komponen struktural *sandwich* kayu yang diperkuat serat polimer (FRP) telah banyak diadopsi dalam rekayasa sipil karena keunggulannya seperti konsumsi energi rendah, ketahanan terhadap korosi, konstruksi cepat, perawatan yang mudah, dan isolasi termal. Komponen struktural *sandwich* FRP-kayu biasanya dibentuk dengan merekatkan lapisan kulit atas dan bawah yang berkekuatan tinggi serta bahan inti ringan di bagian tengah. Lapisan kulit (*skin*) berfungsi menahan beban tarik dan tekan akibat momen lentur, sedangkan bahan inti menahan gaya geser. Seiring meningkatnya kejadian kebakaran bangunan dalam beberapa tahun terakhir, ketahanan terhadap api dari komponen *sandwich* telah menjadi perhatian luas di masyarakat. Bahan FRP merupakan senyawa organik berbasis epoksi, di mana resin mulai melunak ketika suhu melebihi suhu transisi gelas (*glass transition temperature*, T_g), dan beberapa resin masuk ke tahap dekomposisi termal. Ketika suhu penyalan melebihi T_g , resin terdekomposisi sepenuhnya akibat panas, yang menyebabkan penurunan kekuatan dan kekakuan bahan FRP. Panel dinding *sandwich* dari kayu Douglas Fir yang diperkuat dengan jaring GFRP diambil sebagai contoh untuk dilakukan pengujian api dari satu sisi. Distribusi suhu internal serta kapasitas dukung sisa dipelajari dan dianalisis, yang bertujuan memberikan referensi bagi perancangan ketahanan api komponen *sandwich* di masa mendatang.

Menurut (Zhu dkk., 2019) Komposit *sandwich* semakin banyak digunakan pada aplikasi berkinerja tinggi karena memiliki kekakuan spesifik, dan kekuatan yang tinggi. Daya tahan api yang rendah merupakan permasalahan utama dari struktur *sandwich* dalam berbagai pengaplikasian. Sebagian besar material yang digunakan sebagai matrik polimer pada lapisan luar seperti *epoxy*, *vinil ester*, dan resin poliester serta material inti atau *core*, kayu balsa, dan struktur *honeycomb*, bersifat mudah terbakar. Salah satu cara untuk meningkatkan performa tahan api pada komposit *sandwich* adalah dengan merubah matrik polimer melalui penambahan *flame retardant*. Beberapa penelitian telah berhasil menunjukkan bahwa penambahan aditif *flame retardant* dapat meningkatkan sifat tahan api dari material komposit. Metode lain yang telah dikembangkan antara lain adalah pengaplikasian lapisan pelindung tahan api, seperti pelapis *flame retardant* pada permukaan yang terpapar panas pada struktur *sandwich*, atau penambahan *flame retardant* dalam *core* untuk meningkatkan performa isolasi termal.

Menurut (Fahma & Patana, 2023) Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki kelimpahan pohon-pohon palem. Salah satu jenis palem tersebut adalah nipah, yang tumbuh di kawasan hutan mangrove atau daerah lahan basah. Di Indonesia, pohon nipah umumnya tumbuh secara rapat dan membentuk komunitas murni yang luas di sepanjang sungai, terutama di daerah

dekat muara hingga perairan payau, serta memiliki sebaran yang sangat luas di berbagai wilayah Indonesia. Nipah, sebagai tanaman yang mengandung lignoselulosa, memiliki potensi untuk dijadikan bahan pengganti produk kayu berbasis lignoselulosa, selain pemanfaatannya sebagai sumber pangan dan energi. Pelepah pohon palem memiliki potensi sebagai sumber serat alami yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan papan komposit, penguat pada komposit polimer, serta bahan baku kertas. Perhatian terhadap serat alam semakin meningkat karena serat alam memiliki densitas rendah, dan oleh karena itu menunjukkan kekuatan spesifik yang tinggi. Serat alam juga mudah diperoleh, dapat didaur ulang dengan mudah, serta biaya produksinya relatif rendah. Penelitian mengenai nipah telah dilakukan secara luas, di antaranya terkait pengaruh perekat tapioka dan sagu terhadap kualitas briket arang cangkang nipah.

Menurut (Dani dkk., 2024) Serat pelepah nipah adalah bahan alami yang memiliki struktur ringan namun kuat, karakteristiknya seperti kekuatan serat yang tinggi dan densitas yang rendah, membuat serat pelepah nipah sebagai *core* komposit *sandwich* yang cocok digunakan. Meningkatkan kekakuan dan distribusi tegangan geser adalah dua fungsi utama material ini, semuanya tanpa menambah beratnya secara signifikan. Namun, jika dibandingkan dengan *core* berbasis *3D printing*, terdapat perbedaan dalam hal kemampuan desain dan optimalisasi rasio kekuatan terhadap berat (*strength-to-weight ratio*). Teknologi ini memungkinkan *core* disesuaikan untuk kebutuhan mekanis tertentu, menghasilkan struktur yang lebih kuat dengan bobot yang sangat ringan. Meskipun *core* serat nipah lebih mudah dalam proses pembuatan, memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas desain dan pengoptimalan struktur mikro. Dalam hal perbandingan *strength weight ratio*, *core 3D printing* biasanya lebih unggul karena kemampuannya menghasilkan struktur yang ringan tetapi sangat kuat. *Core* pelepah nipah, di sisi lain, menawarkan keuntungan dalam hal sumber daya yang mudah didapat, ramah lingkungan, dan biaya produksi yang lebih rendah.

Material komposit *sandwich* merupakan jenis komposit yang terdiri dari resin sebagai matrik dan serat kaca sebagai penguat. Resin adalah material mudah terbakar dan mengeluarkan banyak gas, asap, dan panas, oleh karena itu sifat tidak tahan terhadap panas GFRP sangat tinggi (Tang dkk., 2013). ketika resin dengan tipe FR (*fire retardant*) digunakan pada GFRP yang dijual secara komersial, masih belum dapat diklasifikasikan sebagai material tahan api, oleh karena itu diperlukan penambahan aditif *flame retardant* tambahan (Siregar dkk., 2017). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa penambahan serbuk Mg(OH) pada spesimen GFRP mempengaruhi kekuatan tarik dan modulus elastisitas, tetapi regangan material GFRP tidak terpengaruh. Semakin banyak Mg(OH) yang ditambahkan pada resin, semakin menurun kekuatan tarik dan modulus elastisitas material GFRP (Hikmiah dkk., 2021).

Penelitian ini akan mengamati tentang pengaruh penambahan senyawa *fire retardant* titanium dioksida TiO_2 pada *glass fiber reinforced polymer* (GFRP) *core* serat alam dan *3D printing* terhadap sifat laju pembakaran dengan pengujian laju pembakaran menggunakan spesimen ASTM D635. Pengujian kekerasan digunakan untuk mengukur kekerasan maksimum yang dapat ditahan oleh material dalam pengujian tarik menggunakan standar ASTM D2240 untuk menentukan sifat mekanik dari material komposit *sandwich* dengan penambahan senyawa *fire retardant* menggunakan *core* serat alam dan *3D printing* material PLA.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa masalah telah diidentifikasi untuk penelitian ini berdasarkan penjelasan latar belakang sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi fraksi volume serbuk titanium dioksida terhadap laju pembakaran pada komposit *sandwich* dengan *core* serat nipah dan *3D printing*?
2. Bagaimana pengaruh variasi fraksi volume serbuk titanium dioksida terhadap kekerasan pada komposit *sandwich* dengan *core* serat nipah dan *3D printing*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dapat diringkas sebagai berikut berdasarkan konteks dan masalah yang telah diidentifikasi:

1. Mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serbuk titanium dioksida terhadap laju pembakaran pada komposit *sandwich* dengan *core* serat nipah dan *3D printing*.
2. Mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serbuk titanium dioksida terhadap kekerasan pada komposit *sandwich* dengan *core* serat nipah dan *3D printing*

1.4 Batasan Masalah

Penelitian yang dilaksanakan dengan batasan masalah memiliki tujuan agar pembahasan lebih jelas dan tidak meluas. Berikut merupakan batasan masalah antara lain:

1. Penyebaran atau pencampuran serbuk dan resin dianggap merata
2. Ukuran *mesh* serbuk dianggap sama.
3. Tekanan *roll* pada proses *hand lay up* dianggap sama

1.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan ini menjabarkan sistematika penulisan yang terdiri dari beberapa bab, sebagai berikut.

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama memberikan pendahuluan dan memberikan informasi tentang penelitian ini. Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, dan keuntungan dari melakukan penelitian secara sistematis dan membatasi ruang lingkupnya.

2. BAB II TEORI PENUNJANG

Bab dua yaitu teori penunjang. Bab ini akan menjelaskan dan memberikan informasi mengenai tinjauan literatur dari penelitian yang sebelumnya yang akan dilanjutkan dengan dasar teori yang relevan. Digunakan untuk merancang sebuah solusi dan memecahkan masalah yang ada pada perumusan bab sebelumnya.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ketiga adalah metode penelitian. Bab ini berisikan penjelasan rancangan jenis penelitian yang akan dilakukan. Langkah langkah pelaksanaan penelitian yang dilakukan akan dijelaskan dalam bab ini.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, baik berupa data eksperimen maupun analisis terhadap data tersebut. Penyajian hasil disusun secara sistematis berdasarkan tahapan pengujian yang telah dilakukan, meliputi uji kekerasan, dan uji laju pembakaran terhadap komposit *sandwich* berbasis serat alam dan *addictive manufacturing* dengan penambahan fraksi volume TiO_2 .

Pembahasan dalam bab ini difokuskan pada analisis hubungan antara variabel-variabel yang diuji, serta interpretasi hasil berdasarkan teori dan temuan dari penelitian terdahulu. Setiap data yang disajikan dikaji untuk mengetahui pengaruh signifikan dari penambahan bahan penguat terhadap sifat mekanik dan termal komposit.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan bagian akhir dari laporan penelitian yang memuat kesimpulan dan saran. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh dan dianalisis pada bab sebelumnya, yang menjawab tujuan dan rumusan masalah dalam penelitian ini. Sementara itu, saran diberikan sebagai masukan yang bersifat konstruktif untuk pengembangan penelitian sejenis di masa mendatang maupun untuk perbaikan dalam penerapan praktis dari hasil penelitian ini.