

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah, termasuk dalam bidang pertanian. Indonesia merupakan negara kedua setelah Filipina yang memiliki pertanaman kelapa (*Cocos nucifera*). Salah satu tumbuhan yang banyak tumbuh di Indonesia adalah kelapa, di mana hampir semua bagian dari tumbuhan ini dapat dimanfaatkan, mulai dari buah, daun, batang, akar, hingga batoknya. Dalam beberapa dekade terakhir, penggunaan bahan alami sebagai alternatif material industri modern telah menjadi perhatian utama, terutama karena kesadaran akan pentingnya keberlanjutan lingkungan. Konstruksi komposit yang berasal dari sumber daya alam yang ramah lingkungan adalah metode yang semakin populer. Arang batok kelapa dan cangkang kerang adalah dua bahan alami yang sangat potensial untuk digunakan dalam komposit. Karakteristik fisik batok kelapa, yang biasanya dianggap sebagai limbah dari industri kelapa, sangat kuat dan kaku. Dengan kandungan lignoselulosa yang tinggi, batok kelapa memiliki kekuatan mekanis yang baik dan stabilitas termal yang baik, yang membuatnya pilihan yang menarik untuk digunakan sebagai pengisi atau *filler* dalam pembuatan komposit (Ananta & Wikanta, 2019).

Indonesia dikenal sebagai negara maritim, sehingga memiliki potensi besar dalam menghasilkan berbagai hewan laut seperti kerang, ikan, udang, dan lain sebagainya. Di antara komoditas laut, kerang menjadi salah satu yang paling digemari. Namun, pada umumnya, pemanfaatan kerang oleh masyarakat masih terbatas hanya pada bagian dagingnya yang dikonsumsi. Penggunaan limbah cangkang kerang sebagai pengisi alami pada komposit diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik komposit tersebut (Waluyo & Maidhah, 2020). Cangkang kerang sudah diketahui sebagai salah satu sumber mineral kalsium karena mengandung CaCO_3 (Kalsium karbonat) sebesar 98%. Oleh karena itu, cangkang ini telah dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, seperti material pada bahan komposit, pengolahan limbah, serta sebagai sumber pembuatan kapur sirih. (Limbah dari cangkang kerang ini dapat digunakan sebagai bahan pengisi dalam komposit, karena memiliki sifat mekanik yang relatif kuat serta kandungan MgO (Magnesium oksida) dan CaO (Kalsium oksida) yang cukup tinggi. (Nayan & Hafli, 2022).

Perkembangan komposit semakin hari semakin berkembang, seiring banyaknya variasi komposit yang telah dilakukan riset dengan penggunaan komposit yang semakin luas dari yang umum seperti pada bidang otomotif dan sampai dengan sektor industri skala kecil sampai dengan industri skala besar. Komposit memiliki keunggulan tersendiri dari material lain antara lain unggul dalam kekuatan, anti korosi, ringan dan lebih ekonomis dengan kemajuan dalam teknologi material saat ini, ada banyak ide untuk pengolahan limbah yang dapat didaur ulang. Salah satu contohnya adalah komposit papan partikel, yang terdiri dari satu jenis material dasar yang dirancang untuk menggabungkan fitur terbaik dari setiap bagian yang membentuknya. Komposit sendiri merupakan kombinasi dari dua atau lebih bahan yang digabungkan secara makroskopis, di mana masing-masing bahan penyusun masih dapat dikenali bentuk aslinya dan memiliki hubungan kinerja yang saling mendukung sehingga mampu menghasilkan sifat-sifat sesuai yang diharapkan (Fuadi et al., 2022). Komposit terdiri dari kombinasi dua atau lebih bahan yang berbeda yang diikat secara fisik di permukaannya atau diikat dengan bahan aditif seperti agen penyambung. Bentuk ikatan antar muka sangat bergantung pada metode pembuatan yang tepat, kontrol parameter proses, dan tidak adanya bahan lain sebagai aditif, seperti agen pengikat. Sifat mekanik dan fisis komposit matriks metal dipengaruhi oleh efek pemanasan seperti proses sinter dan kompaksi (Mashuri, 2019). Oleh karena itu, penting untuk melakukan penelitian terkait bagaimana proses *post-curing* dan kompaksi mempengaruhi pembentukan komposit matriks logam.

Dalam penelitian ini dilakukan proses kompaksi dan proses *post-curing* pada bahan komposit, dengan berpengisi serbuk batok kelapa, serbuk cangkang kerang dan serbuk aluminium. Diharapkan dalam proses ini didapatkan material yang kuat dan tahan aus dengan menambahkan serbuk aluminium agar mendapatkan material yang optimal dalam penggunaan kampas rem komposit berpengisi serbuk batok kelapa dan serbuk cangkang kerang. Selain itu, penelitian ini merupakan upaya untuk membuat partikel penyusun semakin erat dan dapat mengurangi pori-pori yang membuat material tidak tahan akan aus dan berpengaruh pada kekuatan material tersebut.

Proses pembuatan material komposit dengan berpengisi serbuk batok kelapa dan serbuk cangkang kerang menggunakan metode *post-curing* merupakan tahap kimiawi di mana material dipanaskan pada temperatur rendah dalam waktu tertentu. Pada proses ini, pemanasan berfungsi untuk mempercepat reaksi pembentukan ikatan silang antara molekul polimer dan partikel filler,

sehingga menghasilkan struktur komposit yang lebih kuat dan stabil. Menurut Kumar et al. (2015) pemilihan temperatur ini didasarkan pada fakta bahwa temperatur *post-curing* antara 110–140 °C merupakan rentang optimal untuk proses pengerasan lanjutan resin *polyester*, sehingga temperatur 120 °C berada dalam rentang tersebut, sedangkan temperatur 150 °C dan 180 °C dipilih untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan temperatur di atas batas optimal terhadap karakteristik komposit.

Berdasarkan uraian di atas tersebut penulis bermaksud untuk mendapatkan hasil yang optimal dari segi kekerasan dan keausan pada material komposit berpengisi serbuk batok kelapa dan serbuk cangkang kerang.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah penelitian dirumuskan berdasarkan latar belakang yang ada. Permasalahan yang ingin diselesaikan pada penelitian. Dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh proses kompaksi dan temperatur *post-curing* terhadap keausan material komposit berbasis matriks resin *polyester* dengan pengisi serbuk cangkang kerang, serbuk arang batok kelapa, dan serbuk aluminium?
2. Bagaimana pengaruh proses kompaksi dan temperatur *post-curing* terhadap kekerasan material komposit berbasis matriks resin *polyester*, dengan pengisi serbuk cangkang kerang, arang serbuk batok kelapa, dan serbuk aluminium?
3. Bagaimana pengaruh proses kompaksi dan temperatur *post-curing* struktur makro yang terjadi pada material komposit berbasis matriks resin *polyester*, dengan pengisi serbuk cangkang kerang, serbuk batok kelapa, dan serbuk aluminium?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berisikan tujuan dari penelitian yang akan di dapatkan. Berikut tujuan yang ingin di dapatkan antara lain sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai keausan pada material komposit berpengisi serbuk cangkang kerang, serbuk arang batok kelapa, dan serbuk aluminium, yang telah melalui proses *post-curing* dan kompaksi.
2. Mengetahui nilai kekerasan pada material komposit berpengisi serbuk cangkang kerang, serbuk arang batok kelapa, dan serbuk aluminium, yang telah melalui proses *post-curing* dan kompaksi.

3. Mengetahui struktur makro pada material komposit berpengisi serbuk cangkang kerang, serbuk arang batok kelapa, dan serbuk aluminium, yang telah melalui proses *post-curing* dan kompaksi.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah berisikan terkait batasan masalah yang akan diambil dalam penelitian. Batasan masalah diterapkan agar fokus penelitian ini tidak melebar ke mana-mana. Berikut batasan masalah yang didapat.

1. Penelitian hanya difokuskan pada pengaruh variasi beban kompaksi dan temperatur *post-curing* terhadap nilai kekerasan dan laju keausan pada material komposit berbasis serbuk cangkang kerang darah dan arang tempurung kelapa dengan resin poliester sebagai matriks.
2. Komposisi fraksi volume bahan pengisi dianggap homogen dan terdistribusi merata, meskipun dalam kondisi sebenarnya distribusi partikel mungkin tidak sempurna.
3. Faktor lain seperti ukuran partikel, tekanan kompaksi dan waktu *post-curing* dianggap konstan dan tidak memengaruhi hasil pengujian secara signifikan.
4. Hasil pengujian dianggap representatif untuk kondisi dan parameter pengujian yang diterapkan pada penelitian ini, sehingga tidak digeneralisasikan untuk kondisi pengujian di luar parameter yang telah ditetapkan.
5. *Post-curing* dianggap hanya berperan dalam penguatan ikatan silang antara resin dan *filler* tanpa memperhitungkan degradasi termal yang mungkin terjadi.

1.5 Sistematika Penulisan

Proposal ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama Pendahuluan berisi uraian secara menyeluruh mengenai latar belakang penelitian yang menjelaskan pentingnya studi ini dilakukan. Penelitian ini dilandasi oleh kebutuhan untuk memanfaatkan limbah alam berupa cangkang kerang dan arang batok kelapa sebagai bahan penguat komposit ramah lingkungan serta mencari alternatif pengganti material berbasis asbes yang berbahaya bagi kesehatan. Dalam bab ini juga dijelaskan fenomena yang menjadi dasar penelitian, yaitu pengaruh beban kompaksi dan temperatur *post-curing* terhadap sifat mekanik komposit, karena kedua proses tersebut berperan penting dalam membentuk kerapatan, kekerasan, dan ketahanan aus material. Selanjutnya, bab ini memuat rumusan masalah yang menyoroti hubungan antara beban kompaksi dan temperatur

post-curing terhadap keausan, kekerasan, serta struktur makro komposit. Tujuan penelitian dijabarkan untuk mengetahui sejauh mana variasi parameter proses tersebut memengaruhi sifat mekanik komposit berbasis resin poliester. Bab ini juga mencantumkan manfaat penelitian dari sisi akademik dan praktis, batasan masalah agar penelitian tetap fokus, serta sistematika penulisan yang menggambarkan urutan pembahasan dalam laporan ini.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ke dua Tinjauan Pustaka berisi kumpulan teori dan hasil penelitian terdahulu yang menjadi dasar ilmiah penelitian ini. Pembahasan dilakukan secara spesifik dan mengerucut dari konsep umum menuju teori yang relevan dengan variabel penelitian. Bagian ini diawali dengan uraian mengenai disiplin ilmu pendukung yang berkaitan dengan mata kuliah seperti Pemilihan Bahan, Material Teknik, dan Statistika, yang digunakan untuk memahami proses dan fenomena pada penelitian. Selanjutnya dibahas teori dasar tentang material komposit, termasuk jenis, struktur, dan alasan pemilihan resin poliester sebagai matriks. Setelah itu diuraikan sifat dan karakteristik bahan penguat yang digunakan, yaitu serbuk cangkang kerang darah, arang batok kelapa, dan serbuk aluminium. Teori mengenai proses kompaksi dan *post-curing* dijelaskan secara mendalam karena keduanya merupakan variabel utama penelitian yang berpengaruh terhadap pemadatan dan pembentukan ikatan silang pada komposit. Bab ini juga menguraikan teori tentang sifat mekanik, khususnya kekerasan dan keausan, yang menjadi parameter pengujian utama. Di bagian akhir, disajikan kerangka berpikir, hipotesis penelitian, serta pembahasan penelitian terdahulu dan fokus penelitian penelitian. Dengan urutan yang sistematis tersebut.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ke tiga Metode Penelitian menjelaskan secara rinci metode dan tahapan yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian. Bagian ini diawali dengan penjelasan mengenai jenis penelitian yang bersifat eksperimental dan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Trunojoyo Madura. Selanjutnya dijelaskan variabel penelitian, yang terdiri dari variabel bebas berupa variasi beban kompaksi (2, 3, dan 4 ton) dan temperatur *post-curing* (120°C, 150°C, dan 180°C), variabel terikat berupa nilai kekerasan (*Shore-D*) dan keausan (*Ogoshi*), serta variabel kontrol seperti komposisi bahan dan waktu pemanasan. Bab ini juga memaparkan alat dan bahan yang digunakan, seperti mesin *press hidrolik*, *oven post-curing*, alat uji kekerasan *Shore-D*, dan tribometer *Ogoshi*. Tahapan penelitian meliputi persiapan

bahan (pengeringan, pengayakan, dan penimbangan), pembuatan spesimen melalui proses pencampuran dan kompaksi, perlakuan panas *post-curing* sesuai variasi temperatur, serta pengujian sifat mekanik. Proses pengambilan data dilakukan berdasarkan standar ASTM G99-04 untuk pengujian keausan dan ASTM D2240 untuk pengujian kekerasan. Data hasil pengujian kemudian dianalisis menggunakan metode ANOVA dua arah dengan bantuan perangkat lunak Minitab untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel serta interaksinya terhadap sifat mekanik komposit. Pada bagian akhir, dijelaskan pula rencana jadwal penelitian yang menggambarkan urutan waktu pelaksanaan setiap tahapan penelitian dari persiapan hingga analisis hasil. Dengan demikian, Bab III memberikan gambaran menyeluruh mengenai rancangan eksperimen dan langkah-langkah sistematis yang digunakan dalam penelitian ini.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab keempat menyajikan hasil penelitian yang diperoleh dari pengujian keausan, pengujian kekerasan, serta analisis struktur makro komposit berpengisi serbuk cangkang kerang, arang batok kelapa, dan serbuk aluminium. Data hasil uji diolah menggunakan metode statistik ANOVA dua arah dengan bantuan perangkat lunak Minitab. Hasil penelitian ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik, dan gambar makroskopis untuk menunjukkan pengaruh variasi pembebanan kompaksi dan temperatur *post-curing* terhadap sifat mekanik komposit. Selanjutnya, hasil tersebut dibahas dengan membandingkan teori yang sudah dipaparkan pada bab II serta penelitian terdahulu, sehingga dapat diketahui kesesuaian maupun perbedaan yang muncul dari penelitian ini.

5. BAB V PENUTUP

Bab kelima berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya. Kesimpulan menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan pada bab pertama, meliputi pengaruh variasi temperatur *post-curing* dan variasi pembebanan kompaksi terhadap keausan, kekerasan, dan struktur makro komposit. Sementara itu, saran difokuskan pada perbaikan metode, penambahan variabel penelitian, ataupun pemanfaatan bahan lain yang relevan agar penelitian di masa mendatang dapat menghasilkan komposit yang lebih optimal.