

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan industri di Indonesia menunjukkan perkembangan yang sangat pesat dalam beberapa dekade terakhir. Sektor-sektor seperti pertambangan, kelapa sawit, pupuk, minyak, dan gas merupakan contoh nyata dari kemajuan industri yang terus berkembang. Dalam menjalankan operasional industri, keberadaan tenaga kerja menjadi elemen yang sangat penting. Para pekerja terlibat dalam berbagai aktivitas seperti proses produksi, perawatan mesin, pengawasan lapangan, dan banyak tugas lainnya yang tidak terlepas dari risiko bahaya di tempat kerja.

Kecelakaan kerja dapat terjadi kapan saja dan di mana saja, tanpa bisa diprediksi. Risiko ini menuntut adanya sistem keselamatan kerja yang baik, termasuk kewajiban penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Salah satu APD yang paling penting adalah helm keselamatan (*safety helmet*), yang dirancang untuk melindungi kepala dari cedera akibat benturan keras, baik dari benda jatuh, terpukul alat berat, maupun insiden kerja lainnya.

Helm tidak hanya digunakan di sektor industri, tetapi juga umum digunakan dalam kegiatan lain seperti proyek konstruksi, pertambangan, hingga operasi militer. Bahkan, di kehidupan sehari-hari, helm merupakan perlengkapan wajib bagi pengendara kendaraan bermotor. Hal ini menunjukkan bahwa helm memiliki peran penting dalam menjaga keselamatan manusia dari cedera serius pada bagian kepala.

Namun, sebagian besar helm yang beredar di pasaran saat ini masih berbahan dasar plastik sintetis atau polimer yang berasal dari minyak bumi. Material sintetis tersebut tidak hanya mahal dan tidak terbarukan, tetapi juga berdampak negatif terhadap lingkungan, terutama dalam hal limbah yang sulit terurai. Oleh karena itu, perlu adanya solusi alternatif dalam pengembangan bahan helm yang lebih ramah lingkungan.

Material komposit merupakan kombinasi dari dua atau lebih material berbeda yang bersinergi membentuk sifat mekanik yang lebih unggul. komposit

terdiri dari dua komponen utama, yaitu matriks dan *filler*, yang memiliki perbedaan sifat baik secara fisik maupun kimia tetapi tetap saling mendukung dalam struktur akhir.

Performa mekanik dari komposit fase interpenetrasi (IPC) dengan topologi spinodal yang dicetak menggunakan teknologi *PolyJet* multi-material. Dalam studi ini, fase penguat memiliki struktur spinodal *shell*, sementara matriksnya terdiri dari material polimer yang lebih lunak. Hasilnya menunjukkan bahwa komposit dengan struktur spinodal *shell* memiliki kekuatan tekan dan kekakuan yang sebanding dengan komposit berstruktur periodik seperti Schwarz dan kisi oktet, namun dengan ketahanan kerusakan yang lebih baik dan kegagalan yang tidak terlalu katastrofik, terutama pada fraksi volume penguat yang tinggi. Karakteristik ini menjadikan komposit spinodal *shell* sebagai kandidat yang menjanjikan untuk aplikasi penyerapan energi dan perlindungan terhadap benturan (Zhang et al., 2021).

Seiring dengan kemajuan teknologi material yang semakin menekankan pada aspek keberlanjutan dan ramah lingkungan, material komposit berbasis serat alam kini semakin banyak dikembangkan. Serat alam seperti serat kelapa memiliki keunggulan seperti kekuatan yang baik, ketersediaan yang melimpah, biaya rendah, serta sifat yang dapat terurai secara hayati (biodegradable). Selain itu, serat kelapa juga memiliki struktur mikroskopik yang memungkinkan interaksi baik dengan resin dalam membentuk material komposit yang kuat.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan helm berbahan dasar komposit dengan serat sabut kelapa sebagai penguat dan resin *epoxy* sebagai matriks. Inovasi ini tidak hanya difokuskan pada peningkatan kekuatan dan kemampuan proteksi helm, tetapi juga mengedepankan aspek keberlanjutan melalui pemanfaatan material alami dan terbarukan. Beberapa studi terbaru menunjukkan bahwa komposit serat sabut kelapa memiliki ketahanan mekanik yang unggul dan memenuhi bahkan melampaui standar helm SNI, sehingga menjanjikan sebagai alternatif material ramah lingkungan untuk aplikasi keselamatan kerja maupun transportasi sehari-hari di Indonesia (Nurfatihayati et al., 2023)

Sabut kelapa merupakan salah satu limbah alam yang dapat dimanfaatkan

sebagai komposit. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menggali petensi serat yang terkandung pada sabut kelapa. Kekuatan tarik, kekuatan lentur, kekuatan *impact* komposit dari serat sabut kelapa berbanding lurus dengan ukuran panjang dan volume serat yang digunakan (Nurfatihayati et al., 2023). Penambahan NaOH untuk membersihkan kotoran, mengurangi kadar air, dan menghilangkan kandungan lignin pada sabut kelapa. Manurung et al (2020) Hasil optimum diperoleh menggunakan rasio fraksi volume serat terhadap resin sebesar 30:70 dengan nilai bending 115,06 MPa. Hasil uji modulus elastisitas bending komposit dari serat sabut kelapa terbaik diperoleh oleh sebesar 619047,619 MPa pada komposisi rasio serat terhadap resin sebesar 40% : 60% Hasil terbaik diperoleh pada rasio serat: resin yang sama dengan nilai uji *impact* sebesar 30,240 J/mm² dan uji tarik sebesar 72,88 MPa (Judilla, 2021)

Pengembangan teknologi saat ini khususnya pada kombinasi bahan material sangat berkembang pesat , oleh karena itu turut mendorong kebutuhan akan produk yang lebih kompositif dari segi desain dan aplikasi. Efek yang dihasilkan dari teknologi pada bahan material yaitu dapat menciptakan produk yang lebih kuat, ringan dan ekonomis (Wardhani & Yulianto, 2023)

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pemanfaatan limbah sabut kelapa sebagai bahan penguat komposit untuk menghasilkan helm *safety* yang ramah lingkungan?
2. Bagaimana tingkat kekuatan mekanik pada komposit berbasis serat serabut kelapa dan resin epoxy
3. Bagaimana nilai kekuatan impak, kekuatan tarik dan daya serap air pada material komposit resin *epoxy* berpenguat serat sabut kelapa ?

1.3 Batasan Masalah

1. Serat yang digunakan sebagai penguat pada penelitian ini adalah serat serabut kelapa
2. Proses pembuatan komposit menggunakan metode *hand lay up*.
3. Pengujian mekanik yang dilakukan adalah uji impak, uji tarik, dan uji daya serap air

4. Variasi pola serat yang digunakan pada penelitian ini menggunakan serat acak dan serat anyam.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengembangkan material helm *safety* yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah serat sabut kelapa sebagai bahan penguat komposit.
2. Menentukan sifat mekanik material komposit berbasis serat sabut kelapa dan resin epoxy.
3. Membuktikan apakah material komposit berbasis serat sabut kelapa dapat memenuhi standar kualitas untuk aplikasi helm *safety* ditinjau dari pengujian impak, Tarik, dan daya serap air.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Memanfaatkan serat serabut kelapa untuk menjadi suatu produk dengan bahan baku yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomis.
2. Hasil dari penelitian dapat dijadikan salah satu acuan untuk peneliti selanjutnya. Bagi para peneliti yang akan meneliti lebih lanjut tentang pembuatan komposit dari serat serabut kelapa.
3. Dalam dunia industri dapat diterapkan penelitian ini sebagai salah satu bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan dan memiliki nilai jual.
4. Hasil dari penelitian ini dapat menambah ilmu pengetahuan tentang komposit serat alam