

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, kesadaran tentang kesehatan lingkungan meningkat secara bertahap. Polimer termoplastik lebih disenangi sebagai bahan untuk matriks komposit karena dapat didaur ulang dan mudah diproses. *Polypropylene* adalah salah satu bahan diantara berbagai jenis polimer termoplastik yang lebih menjanjikan sebagai bahan untuk matriks karena memiliki kekuatan lentur tinggi, massa jenis rendah dan harga yang murah (Han dkk, 2014). Penggunaan komposit berpenguat serat karbon telah banyak diaplikasikan dalam industri otomotif, penerbangan, dan kedirgantaraan karena memiliki sifat menguntungkan seperti kekuatan tinggi dan bobot yang ringan (Jiang dkk, 2017).

Salah satu metode penyiapan bahan baku komposit adalah dengan menggunakan metode ekstrusi-pultrusi, metode ini menggabungkan prinsip kerja ekstrusi dan pultrusi untuk menghasilkan filamen *carbon fiber reinforced thermoplastics* (CFRTPs). Bentuk filamen yang seragam dengan kandungan serat yang konstan dapat dicapai menggunakan metode ini. Kualitas CFRTPs ditunjukkan oleh sifat mekanis komposit, terutama dipengaruhi oleh ikatan antarmuka antara serat dengan matriks. Ikatan antarmuka yang baik antara serat dengan matriks dapat dicapai secara termal dan mekanis dengan mengoptimalkan desain cetakan dan parameter pemrosesan (Budiyantoro dkk, 2020).

Sifat mekanis komposit tergantung pada kinerja ikatan antarmuka antara serat dengan matriks. Serat karbon tanpa perlakuan permukaan memiliki ikatan antarmuka yang buruk dengan sebagian besar polimer dikarenakan permukaannya yang nonpolar (Karsli dan Aytac, 2011). *Polypropylene* (PP) dan *carbon fiber* (CF) memiliki ikatan antarmuka yang lemah karena memiliki energi permukaan yang rendah. Selain itu, PP memiliki viskositas leleh yang tinggi, sehingga sulit untuk membasahi permukaan serat karbon yang kering (Han dkk, 2014). Oleh karena itu, jika *interfacial shear strength* (IFSS) antara serat dengan matriks lemah, maka dapat mengakibatkan kinerja mekanis komposit menjadi tidak optimal. Energi dan kekasaran permukaan dapat ditingkatkan dengan melakukan perlakuan permukaan terhadap serat karbon. Ada tiga metode

perlakuan permukaan serat karbon secara umum yaitu perlakuan plasma, kimia, dan elektrokimia (Budiyantoro dkk, 2020).

Han dkk., (2014) melakukan penelitian tentang evaluasi perlakuan permukaan serat terhadap perilaku antarmuka dari komposit *polypropylene* yang diperkuat serat karbon. Metode perlakuan permukaan yang digunakan adalah perlakuan plasma diikuti oleh *coupling agents*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *interlaminar shear strength* (ILSS) pada spesimen yang sudah diberi perlakuan permukaan meningkat sebanyak 48,7% dibandingkan dengan spesimen yang tidak diberi perlakuan permukaan.

Jiang dkk., (2017) memodifikasi permukaan serat karbon menggunakan oksidasi elektrokimia ditambah dengan teknik *electrophoretic deposition* (EPD). *Graphene oxide* (GO) diendapkan pada permukaan serat karbon yang teroksidasi secara elektrokimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *interlaminar shear strength* dan *compressive strength* dari komposit meningkat masing-masing sebesar 59,4% dan 12,8%.

Zhang dkk., (2016) memodifikasi permukaan serat karbon menggunakan nitrogen cair. Dilakukan perlakuan *cryogenic* dengan dua metode, yaitu *temperature program-controlled method* (TPCM) dan *quench method* (QM). Hasil analisis menunjukkan bahwa kekasaran permukaan serat karbon meningkat sebesar 41%, sehingga mengakibatkan *interfacial shear strength* antara serat dengan *epoxy* meningkat sebesar 30,2%.

Li dkk., (2014) melakukan penelitian tentang pengaruh temperatur leleh terhadap ikatan antarmuka dan sifat mekanis dari *olefin block copolymers* (OBCs) yang diperkuat serat *polypropylene* (PP). Temperatur leleh divariasikan pada 155 °C, 170 °C, dan 190 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur leleh mempengaruhi ikatan antarmuka dan sifat mekanis komposit. Didapatkan ikatan antarmuka yang kuat antara serat dengan matriks, kekuatan dan modulus yang relatif tinggi, pada temperatur leleh 170 °C.

Budiyantoro dkk., (2020) melakukan penelitian tentang pengaruh variabel pemrosesan menggunakan metode ekstrusi-pultrusi terhadap kualitas impregnasi filamen komposit termoplastik. Bahan termoplastik yang digunakan adalah *polypropylene*. Terdapat empat variabel pemrosesan yaitu temperatur leleh, kecepatan tarikan, jumlah pin dalam cetakan impregnasi, dan perlakuan serat. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa pada temperatur 190 °C, kecepatan tarik 40 cm/menit, tiga pin penyebar, dan perlakuan serat menggunakan nitrogen cair menghasilkan kualitas impregnasi yang optimal.

Berdasarkan hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa sifat mekanis komposit dipengaruhi oleh ikatan antarmuka antara serat dengan matriks. Semakin baik ikatan yang terjadi maka semakin baik pula sifat mekanisnya. Diantara metode-metode perlakuan serat karbon diatas, perlakuan yang memberikan efek kekasaran permukaan paling tinggi adalah dengan menggunakan nitrogen cair. Sehingga dalam penelitian ini perlakuan serat karbon dilakukan menggunakan nitrogen cair. Selain perlakuan serat, temperatur leleh juga berperan penting terhadap ikatan antarmuka antara serat dengan matriks. Temperatur leleh mempengaruhi viskositas leleh dari matriks, sehingga penting untuk diketahui pada temperatur leleh berapa matriks dapat mengikat serat karbon dengan baik. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui kualitas ikatan antarmuka antara serat dengan matriks adalah dengan menghitung *interfacial shear strength* (IFSS).

Menurut Budiyantoro dkk, (2020) temperatur leleh optimal dalam proses pembuatan filamen komposit *carbon fiber reinforced polypropylene* adalah 190 °C, dan perlakuan serat karbon yang optimal adalah dengan menggunakan nitrogen cair. Perlakuan serat menggunakan nitrogen cair dilakukan selama 10 menit. Oleh sebab itu, sebagai bahan perbandingan, maka dalam penelitian ini temperatur leleh divariasikan pada 180 °C, 190 °C, dan 200 °C, dan perlakuan serat menggunakan nitrogen cair dilakukan selama 10, 15, dan 20 menit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari dua parameter pemrosesan yaitu temperatur leleh dan perlakuan *cryogenic* serat karbon terhadap IFSS filamen komposit. Dalam penelitian ini filamen komposit dibuat menggunakan mesin ekstrusi-pultrusi. Kualitas impregnasi diukur menggunakan pendekatan berbasis *stress* dengan menghitung IFSS. Parameter pemrosesan seperti temperatur leleh dan perlakuan *cyrogenic*, dioptimalkan menggunakan metode Taguchi. Metode Taguchi mampu menghasilkan kesimpulan mengenai respon faktor-faktor dan level dari faktor-faktor kontrol yang menghasilkan respon optimum (Soejanto, 2009). Perhitungan IFSS dan analisis mikroskopis dilakukan untuk menentukan kualitas impregnasi dari filamen komposit.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur leleh terhadap IFSS komposit?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu perlakuan *cryogenic* serat karbon terhadap IFSS komposit?

1.3 Batasan Masalah

1. Metode pengujian *pull-out* menggunakan metode *bundle fiber pull-out test*.
2. Panjang ikatan (L_b) didapatkan dari hasil pemotongan manual dengan panjang 3-5 mm.
3. Diameter bundel serat diambil nilai rata-rata sebesar 0,8 mm.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh variasi temperatur leleh terhadap IFSS komposit.
2. Mengetahui pengaruh variasi waktu perlakuan *cryogenic* serat karbon terhadap IFSS komposit.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Menambah pengetahuan mengenai cara meningkatkan sifat mekanis material *carbon fiber reinforced polypropylene*.
2. Memberikan informasi tentang parameter-parameter proses yang tepat dalam pembuatan produk dengan material *carbon fiber reinforced polypropylene*.