

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi material terus mendorong terciptanya bahan dengan kekuatan mekanik tinggi yang dilengkapi sifat khusus sesuai kebutuhan aplikasi modern, termasuk pada bidang teknik, transportasi, dan elektronik. Komposit polimer menjadi salah satu solusi karena mampu menggabungkan dua atau lebih komponen dengan sifat berbeda untuk menghasilkan kinerja yang tidak dimiliki material tunggal (Hartono dkk., 2016). Dalam perkembangannya, komposit tidak hanya dituntut memiliki kekuatan dan stabilitas, tetapi juga memanfaatkan sumber daya terbarukan serta mampu berfungsi secara optimal pada kondisi operasional yang berat (Bartczak dkk., 2024).

Dalam pengembangan komposit polimer, pemilihan matriks merupakan faktor penting yang menentukan performa akhir material. Polianilin (PANi) banyak digunakan dalam industri elektronik karena sifatnya sebagai polimer konduktif yang diaplikasikan pada perangkat elektronik, sensor, dan material antistatik berkat kemudahan sintesis serta kestabilan kimianya (Wulandari dan Putri, 2021). Namun menurut Da Silva dkk. (2014), PANi murni memiliki kelemahan berupa kekuatan mekanik rendah dan rapuh, sehingga diperlukan penambahan bahan penguat untuk meningkatkan ketahanan mekaniknya.

Salah satu solusi untuk mengatasi keterbatasan sifat rapuh PANi adalah dengan menambahkan bahan penguat berskala nano. *Multi-Walled Carbon Nanotube* (MWCNT) merupakan nanomaterial karbon yang memiliki kekuatan tarik tinggi, modulus elastisitas besar, serta kemampuan membentuk jaringan konduktif di dalam matriks polimer (Erlangga dan Irfa'i, 2018; Heidarian dkk., 2024). Karakteristik tersebut memungkinkan MWCNT meningkatkan kekuatan mekanik sekaligus memperbaiki konduktivitas listrik PANi, sehingga kinerja material dapat dioptimalkan. Namun, efektivitas MWCNT sangat dipengaruhi oleh homogenitas dispersi di dalam matriks, sementara biaya produksinya masih relatif

tinggi. Oleh karena itu, diperlukan pemanfaatan serat alam sebagai penguat tambahan untuk mengatasi keterbatasan tersebut.

Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan serat alam sebagai bahan penguat komposit, salah satunya berasal dari pinang (*Areca catechu*). Pada tahun 2021, produksi pinang mencapai 215.260 ton, namun pemanfaatannya masih didominasi oleh biji untuk keperluan ekspor (Herlon dkk., 2023). Sabut pinang mengandung selulosa tinggi, yaitu sebesar 54,15% (Kusuma kencana dkk., 2018). Serat tersebut dapat diolah menjadi nanoserat melalui perlakuan kimia untuk menghilangkan lignin serta hemiselulosa, kemudian dilanjutkan dengan proses mekanis (Mahyudin dkk., 2024). Pada skala nano, nanoserat memiliki luas permukaan tinggi yang mampu memperkuat ikatan antarmuka dengan matriks polimer serta meningkatkan sifat mekanik komposit (Kaw, 2005).

Penelitian terdahulu menunjukkan kombinasi penguat alam dan sintetis dalam matriks polimer mampu meningkatkan kekuatan fisis komposit. Arifah dan Mahyudin (2021) menunjukkan bahwa penambahan 4% nanoserat pinang pada komposit PANi–TiO₂ meningkatkan kekuatan tarik menjadi 1,6 MPa, regangan 16,67%, dan modulus elastisitas 9,4 Mpa. Selain itu, Anggoro (2021) menunjukkan bahwa penambahan 1–3% MWCNT pada komposit meningkatkan kekuatan tarik hingga 40% dan modulus elastisitas sebesar 35%, menunjukkan MWCNT efektif sebagai penguatan di dalam matriks polimer. Mahyudin dkk. (2024) mengkaji karakterisasi serta isolasi selulosa dari serat pinang melalui perlakuan kimia dan mekanik, dan hasilnya menunjukkan bahwa selulosa yang diisolasi memiliki indeks kristalinitas sebesar 78% dengan diameter partikel sekitar 63 nm. Selain itu, Yesilyurt dkk. (2023) meneliti pengaruh penambahan MWCNT terhadap komposit PANi dan memperoleh nilai kapasitansi sebesar 150 μ F.

Penelitian mengenai penggunaan MWCNT dan serat alam secara terpisah pada matriks polimer telah banyak dilakukan, namun studi yang mengkaji secara sistematis pengaruh variasi fraksi massa nanoserat pinang dan MWCNT terhadap sifat mekanik dan sifat listrik komposit PANi masih terbatas. Data mengenai efek sinergis kedua penguat pada matriks PANi belum tersedia, sehingga masih terbuka peluang untuk mengoptimalkan kinerja komposit PANi.

Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah sabut pinang dan MWCNT sebagai bahan penguat pada komposit PANi. Kombinasi antara nanoserat pinang dan MWCNT diharapkan mampu menghasilkan komposit PANi dengan kekuatan mekanik dan konduktivitas listrik yang tinggi, sehingga diperoleh formulasi komposit dengan kinerja yang lebih optimal.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengkaji pengaruh variasi fraksi massa nanoserat pinang dan MWCNT terhadap kekuatan mekanik komposit.
2. Mengkaji pengaruh variasi fraksi massa nanoserat pinang dan MWCNT terhadap sifat listrik komposit.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai pemanfaatan limbah sabut pinang dan optimasi penggunaan MWCNT pada material komposit.
2. Menjadi referensi dalam pengembangan komposit dengan penguat nanoserat pinang dan MWCNT untuk aplikasi industri elektronik.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Uji kuat tarik dengan variasi fraksi massa nanoserat pinang sebesar 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4%, serta MWCNT sebesar 5%, 4%, 3%, 2%, dan 1% terhadap massa PVA sebesar 1,5 gram.
2. Pengujian sifat listrik dengan variasi persentase MWCNT sebesar 27%, 25%, 23%, 21%, dan 19% serta nanoserat pinang sebesar 3%, 5%, 7%, 9%, dan 11% terhadap massa cetakan 0,5 gram.
3. Matriks yang digunakan adalah polianilin.
4. Karakterisasi serat pinang dilakukan menggunakan XRD dan PSA.
5. Pengujian sifat listrik menggunakan alat LCR Meter.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah bahwa kombinasi nanoserat pinang dan MWCNT dalam matriks polianilin diperkirakan dapat meningkatkan sifat mekanik dan sifat listrik komposit. Peningkatan ini terjadi karena adanya sinergi antara kedua jenis penguat. Nanoserat pinang dan MWCNT berperan dalam memperkuat ikatan antarmuka antara matriks dan *filler* melalui distribusi beban yang lebih merata serta membentuk jalur konduksi listrik yang kontinu di dalam struktur komposit. Dengan demikian, fraksi massa nanoserat pinang dan MWCNT diharapkan menghasilkan komposit polianilin dengan nilai kekuatan tarik, modulus elastisitas, dan konduktivitas listrik yang lebih baik dari penelitian-penelitian sebelumnya.

