

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi material mengalami kemajuan yang pesat dengan meningkatnya kebutuhan industri terhadap material yang kuat dan ringan, tetapi juga memiliki sifat ramah lingkungan. material yang terus berkembang dan dimanfaatkan dalam berbagai bidang adalah material komposit. Komposit merupakan penggabungan dua atau lebih material berbeda dengan tujuan memperoleh karakteristik gabungan yang lebih unggul dibandingkan masing-masing material penyusunnya jika digunakan secara terpisah (Ahmed et al., 2021). Material komposit banyak diaplikasikan dari industri otomotif, dirgantara, konstruksi bangunan, alat kesehatan, hingga teknologi manufaktur digital berbasis 3D *printing*. Selain mampu meningkatkan efisiensi dan performa produk, penggunaan material komposit juga memberikan peluang pengembangan produk yang lebih inovatif dan sesuai dengan era modern yang serba cepat dan dinamis.

Salah satu material dasar yang banyak dipilih dalam perkembangan komposit adalah *Poly Lactic Acid* (PLA). PLA merupakan *polimer termoplastik* yang dapat terurai secara alami, memiliki karakteristik ramah lingkungan karena karakteristiknya yang dapat diperbarui (Nurhudan et al., 2021). Meskipun memiliki karakteristik yang dapat diperbarui, PLA murni masih memiliki kelemahan di antaranya kekuatan mekanik yang rendah. Keterbatasan ini membuat pemanfaatan PLA dalam aplikasi teknik dan industri berskala tinggi menjadi terbatas (Wang et al., 2023). Untuk mengatasi kekurangan tersebut, diperlukan upaya rekayasa material guna meningkatkan sifat mekaniknya. Salah satu yang dapat dilakukan adalah dengan membuat komposit PLA, yaitu mencampurkan PLA dengan berbagai bahan tambahan (*additive*) seperti serat alami, serat karbon, serbuk bio-karbon, dan material penguat lainnya. Salah satu bahan yang dapat memperkuat PLA adalah Kitosan (Aranaz et al., 2021).

Kitosan adalah salah satu biopolimer hasil deasetilasi dari kitin yang banyak terdapat pada cangkang udang, kepiting, dan lobster. Indonesia sebagai negara maritim memiliki sumber daya perikanan yang sangat melimpah, menghasilkan limbah kulit udang dan kepiting dalam jumlah besar setiap tahunnya. Limbah tersebut berpotensi besar untuk diolah menjadi chitosan bernilai tinggi, sehingga memberikan keuntungan tidak hanya

dalam aspek lingkungan tetapi juga ekonomi sirkular (Kusnadi et al., 2024).

Kitosan memiliki berbagai keunggulan seperti *biodegradabilitas*, *biokompatibilitas*, sifat antimikroba, kemampuan membentuk film, serta daya adhesi yang baik terhadap berbagai substrat (Shekhar & Mondal, 2024). Karena sifatnya yang mampu berinteraksi dengan logam, keramik, maupun polimer lain, chitosan banyak digunakan dalam bidang biomedis (seperti pelapis implan dan pembalut luka), industri pangan, kemasan aktif, hingga pelapisan antikorosi pada logam (Tri Hartomo & Griselda Firdaus, 2019). Namun demikian, penggunaan Kitosan murni masih menghadapi keterbatasan, terutama dari segi kekuatan mekanik, kestabilan termal, serta ketahanan aus dan korosinya yang relatif rendah. Untuk mengatasi kekurangan tersebut, chitosan biasanya dikembangkan dalam bentuk komposit, yaitu gabungan antara chitosan dengan bahan penguat lain seperti nanopartikel logam oksida ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ), graphene, atau serat alami (Serfandi et al., 2023). Kombinasi ini dapat meningkatkan modulus elastisitas, kekerasan, dan ketahanan aus dari material, sekaligus memperluas aplikasi chitosan dalam dunia teknik dan manufaktur.

Dalam industri pelapisan (*coating*), penggunaan komposit chitosan sebagai lapisan pelindung (*protective coating*) dinilai sangat potensial. Kitosan mampu membentuk lapisan film yang seragam, transparan, serta melekat kuat pada substrat. Pelapisan berbasis chitosan komposit dapat meningkatkan daya tahan permukaan terhadap korosi, oksidasi, dan abrasi, serta dapat dimodifikasi dengan berbagai metode seperti *Dip Coating*, *spray coating*, *electrochemical deposition*, maupun *sol-gel coating* (Nian et al., 2023). Namun, performa akhir dari lapisan chitosan sangat bergantung pada parameter proses pelapisan seperti Konsentrasi larutan Kitosan dan filler, pH larutan pelapis, waktu perendaman (*immersion time*), suhu dan waktu pengeringan, serta jenis dan ukuran partikel penguat. Setiap variasi parameter ini berpengaruh langsung terhadap mikrostruktur lapisan, kekuatan adhesi, kekerasan permukaan, serta ketahanan aus. Oleh karena itu, untuk menghasilkan lapisan dengan sifat mekanik optimal, diperlukan proses optimasi parameter pelapisan yang sistematis dan berbasis data eksperimental.

Dalam konteks penelitian material modern, metode optimasi multikriteria sangat dibutuhkan untuk memecahkan masalah kompleks yang melibatkan banyak parameter dan tujuan (*multi-objective*). Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Technique for*

*Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)* (Kenneth Yosua Palilingan, 2020). Metode TOPSIS bekerja dengan prinsip bahwa alternatif terbaik adalah yang memiliki jarak terdekat dengan solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif. Dalam konteks pelapisan komposit, setiap kombinasi parameter pelapisan dapat dianggap sebagai alternatif, sementara hasil karakterisasi seperti kekuatan tarik, kekerasan, ketahanan aus, dan adhesi menjadi kriteria yang digunakan untuk menentukan kondisi optimum. Dengan menggunakan metode TOPSIS, proses penentuan kondisi pelapisan terbaik dapat dilakukan secara kuantitatif, objektif, dan efisien, dibandingkan dengan pendekatan konvensional yang sering kali bergantung pada trial and error. Pendekatan ini juga menghemat waktu, bahan, dan biaya penelitian karena tidak perlu melakukan semua kombinasi eksperimen yang mungkin.

Selain itu, penggunaan metode optimasi seperti TOPSIS dalam bidang rekayasa material memberikan nilai tambah yang signifikan karena mengintegrasikan analisis eksperimental dan komputasional. Metode ini tidak hanya membantu memilih kondisi terbaik, tetapi juga memberikan pemahaman terhadap kontribusi masing-masing parameter proses terhadap sifat mekanik hasil pelapisan. Dengan demikian, hasil penelitian menjadi lebih terarah dan dapat digunakan sebagai dasar pengembangan teknologi pelapisan skala industri.

Dari perspektif lingkungan dan keberlanjutan, penelitian ini juga memiliki nilai strategis. Pemanfaatan limbah perikanan menjadi bahan chitosan komposit berarti mengubah limbah organik yang sebelumnya tidak bernilai menjadi produk dengan fungsi tinggi dalam industri material. Selain itu, penggunaan chitosan sebagai bahan pelapis dapat menggantikan polimer sintesis berbasis minyak bumi yang tidak terurai di alam, sehingga berkontribusi pada pengurangan dampak lingkungan dan mendukung pembangunan berkelanjutan, pelapisan komposit chitosan dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang, seperti Pelapis antikorosi pada baja karbon atau aluminium di industri migas dan maritim, Lapisan biokompatibel pada implan logam dalam bidang biomedis, Lapisan pelindung pada kemasan *biodegradable* untuk pangan, dan bahkan lapisan fungsional pada sensor atau membran filtrasi (Saputro, 2016). Dengan potensi aplikasi yang begitu luas, penelitian mengenai optimasi pelapisan chitosan komposit menjadi sangat penting untuk dilakukan. Melalui karakterisasi sifat mekanik material seperti kekuatan tarik, kekerasan, dan

ketahanan aus, peneliti dapat menentukan performa lapisan terhadap beban mekanik dan kondisi lingkungan tertentu. Hasil karakterisasi inilah yang kemudian digunakan sebagai input utama dalam analisis TOPSIS untuk menentukan kondisi pelapisan terbaik.

Penelitian berjudul “Optimasi Pelapisan Komposit PLA-Kitosan Menggunakan Teknik *Dip Coating* Berdasarkan Karakterisasi Sifat Mekanik Material Dengan Metode TOPSIS” ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan material pelapis ramah lingkungan dengan performa tinggi. Selain itu, hasil penelitian dapat menjadi dasar dalam pengembangan proses pelapisan cerdas (*intelligent coating design*) di masa depan, di mana proses optimasi tidak hanya didasarkan pada eksperimen, tetapi juga pada analisis matematis yang presisi. Dengan pendekatan integratif antara eksperimen material dan analisis optimasi berbasis TOPSIS, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan parameter pelapisan optimal untuk mencapai kekuatan mekanik maksimum, menunjukkan efektivitas dalam menentukan keputusan multikriteria di bidang rekayasa material. memberikan kontribusi ilmiah bagi pengembangan material biokomposit berkelanjutan di Indonesia. mendorong pemanfaatan limbah hasil laut sebagai sumber bahan baku bernilai ekonomi tinggi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini memiliki relevansi yang kuat baik secara ilmiah, praktis, maupun ekologis. Hasilnya diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan pelapisan material berbasis biopolimer di era industri hijau dan manufaktur berkelanjutan.

## **B. Rumusan Masalah**

Sesuai Dengan Urutan Latar Belakang Diatas Maka Rumusan Masalah Penelitian Ini Adalah :

- a. Bagaimana pengaruh variasi material komposit PLA (*Polylactic Acid*) Kitosan Menggunakan Teknik *Dip Coating* berdasarkan uji tarik dan bending?
- b. Komposisi material PLA-Kitosan manakah yang memiliki sifat mekanik terbaik berdasarkan hasil uji tarik dan uji lentur dengan analisis metode TOPSIS

## **C. Tujuan penelitian**

Berikut tujuan penelitian untuk memuat sasaran yang ingin dicapai sebagai hasil dari penelitian yang dilakukan.

- a. Untuk Mengetahui pengaruh variasi Material komposit PLA (*Polylactic Acid*)-

Kitosan Menggunakan Teknik *Dip Coating* terhadap uji tarik dan bending.

- b. Menentukan komposisi material terbaik berdasarkan sifat mekanik menggunakan metode TOPSIS

#### **D. Batasan masalah**

Berikut batasan masalah yang disusun untuk menentukan ruang lingkup penelitian agar pembahasan tidak melebar dari fokus utama.

- a. Dalam penelitian ini, material utama yang digunakan adalah PLA (*Polylactic Acid*), Kitosan, dan Binder sebagai pengikat.
- b. Penelitian ini hanya berfokus pada katrakterisasi sifat mekanik pada pengujian tarik dan pengujian bending.
- c. Parameter pelapisan yang divariasikan dibatasi pada beberapa variabel utama, seperti: konsentrasi chitosan, rasio filler terhadap matriks, waktu pengadukan, Suhu dan lama pengeringan.
- d. Penelitian ini hanya menggunakan spesimen uji dengan standar ukuran ASTM D638 *Type IV* dan ASTM D790.

#### **E. Sitematika penulisan**

Penulisan tugas akhir terdiri dari lima bab, berikut adalah penjelasan tiap bab pada sitematika penelitian tugas akhir ini :

##### **BAB I**

##### **PENDAHULUAN**

Memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan masalah, batasan masalah, dan sitematika penulisan.

##### **BAB II**

##### **KAJIAN PUSTAKA**

Merupakan bab yang memuat penelitian terdahulu, filamen PLA, Kitosan, Metode TOPSIS, 3D *printer*, *slicing* (pembuatan lintasan), Teknik *Dip Coating*, uji kekuatan tarik, bending dan ketahanan aus.

##### **BAB III**

##### **METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi objek dan lokasi penelitian, alat dan bahan, jenis penelitian, diagram alur penelitian, desain spesimen uji.

##### **BAB IV**

##### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini memuat pengujian spesimen uji tarik, uji bending, hasil uji Tarik spesimen, hasil uji bending spesimen, pengolahan

data dari hasil uji tarik dan uji bending.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Bab ini memuat kesimpulan dan saran.