

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi material dari tahun ke tahun semakin pesat. Transisi perkembangan tersebut sudah banyak dirasakan, salah satunya seperti penggunaan material logam untuk aplikasi biomedis yang mulai digantikan oleh kemunculan komposit sebagai alternatif. Berkurangnya penggunaan material logam dikarenakan oleh sifatnya yang tidak tahan korosi, memiliki massa jenis tinggi, susah dibentuk dan biaya produksi mahal. Maka dari itu, material komposit perlu dipertimbangkan karena secara khusus memiliki sifat yang diinginkan dan berat jenis yang relatif rendah.

Komposit merupakan material baru hasil modifikasi dari material yang sudah ada, dimana sedikitnya terdiri dari dua bahan dengan sifat fisis maupun kimia yang berbeda. Penggabungan bahan penyusun komposit masing-masing berfungsi sebagai pengikat dan penguat (*filler*). Pada umumnya matriks komposit yang digunakan adalah jenis polimer termoset dan termoplastik, sedangkan *filler* digolongkan menjadi serat sintesis dan serat alam (Gibson, 2016).

Komposit berpenguat serat alam mulai banyak diteliti dalam bidang rekayasa material, khususnya untuk aplikasi biomedis (Chauhan & Kaith, 2011). Selain harganya murah dan mudah dicari, serat alam juga dapat terurai secara alami (*biodegradable*). Berdasarkan jenisnya, serat alam yang mempunyai sifat mekanis tinggi yaitu serat flax, kenaf, rami, jute, abaka dan sisal (Akil dkk., 2011). Salah satu jenis serat alam yang pernah diteliti dan berpotensi sebagai penguat komposit implan tulang adalah sisal (Chandramohan & Marimuthu, 2011). Selain sisal, jenis serat yang memiliki sifat mekanis tinggi adalah abaka. Serat abaka memiliki kekuatan tarik yang tinggi dan ketahanan lentur yang baik (Kumar Sinha dkk., 2017). Serat dengan sifat mekanis tinggi akan menjadi poin penting dalam pengembangan komposit untuk aplikasi biomedis.

Komponen utama pengikat komposit yang sering digunakan untuk aplikasi biomedis salah satunya adalah polimer jenis termoset dan termoplastik. Polimer

sering digunakan sebagai matriks karena memiliki sifat ketahanan kimia yang baik, ringan dan densitas yang jauh lebih rendah daripada logam. Dari berbagai jenis polimer termoset yang ada, *epoxy dan polyester 157* adalah matriks yang memiliki sifat mekanis relatif tinggi. Selain kuat tariknya yang tinggi, matriks *epoxy* juga memiliki daya rekat baik, massa jenis rendah dan lebih tahan panas. Kemudian keunggulan *polyester 157* sebagai pengikat komposit yaitu sifat kuat lenturnya yang baik, ketahanan terhadap air, suhu normal dan asam lemah (PT. Justus Sakti Raya, 2011). Selain termoset, jenis polimer termoplastik seperti *polymethyl metacrylate* (PMMA) juga patut dipertimbangkan karena memiliki keunggulan tidak mudah menyerap air, sifat mekanis tinggi dan kompatibilitasnya terhadap jaringan tubuh, sehingga cocok apabila diterapkan pada bagian dalam tubuh (Chrysafi dkk., 2020).

Komposit serat alam mampu digunakan sebagai alternatif material logam, walaupun sifat mekanisnya masih berada dibawahnya. Oleh karena itu, perlu adanya modifikasi agar kekuatan mekanis komposit menjadi lebih baik yakni dengan penambahan mikropartikel bio- $\text{CaCO}_3$ . Mikopartikel tersebut diperoleh dari limbah *by product* berupa cangkang telur yang biasanya hanya dimanfaatkan sebatas untuk aplikasi nonstruktural seperti kerajinan tangan maupun pupuk. Pemanfaatan limbah cangkang telur sebagai mikropartikel komposit sangat berpotensi karena kandungan kalsiumnya yang relatif tinggi (Yonata dkk, 2017).

Dalam penelitian ini, komposit hibrid abaka/ $\text{CaCO}_3$  dengan variasi matriks *epoxy* dan *polyester 157* dikarakterisasi untuk mengetahui perbandingan sifat mekanisnya apabila digunakan sebagai bahan alternatif aplikasi eksternal soket prostesis. Kemudian komposit hibrid abaka/ $\text{CaCO}_3$ /PMMA dibandingkan dengan sifat mekanis tulang untuk aplikasi internal implan. Saat ini material utama soket postesis dan implan tulang sudah banyak menerapkan komposit berpenguat serat sintetis karena sifat mekanisnya yang tinggi. Akan tetapi, penggunaan serat sintetis memiliki kelemahan, seperti haraganya yang relatif mahal, kontabilitas terhadap jaringan tubuh rendah dan tidak dapat diuraikan secara biologi. Maka dari itu, fokus penelitian menggunakan serat abaka karena sifat mekanisnya yang baik, *biodegradable* dan bermassa jenis rendah, begitupun mikropartikel  $\text{CaCO}_3$  karena kandungan kalsiumnya yang tinggi. Penggunaan matriks *epoxy* karena daya

rekatnya yang baik, kemudian *polyester 157* karena sifat ketahanannya yang bagus terhadap air dan PMMA dengan sifat kompatibelnya terhadap jaringan tubuh.

Penelitian yang melibatkan serat abaka telah diselidiki oleh Cai dkk. (2016) yaitu pengaruh alkalisasi terhadap sifat mekanis tarik dengan larutan NaOH 5%, 10% dan 15%. Selain itu, penelitian tentang pengaruh jenis matriks untuk mengetahui sifat mekanis *bending* dan fisis komposit hibrid berpenguat kenaf/SiO<sub>2</sub> juga telah dilakukan (Arozak, 2019). Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Binangun (2018) membahas tentang karakterisasi sifat mekanis komposit sisal/PMMA dengan dan tanpa penambahan *Maleic Anhydrite Grafted polypropylene* (MAPP). Kemudian, penelitian yang dilaporkan oleh Hiremath dkk. (2018) membahas tentang pengaruh kandungan mikropartikel CaCO<sub>3</sub> cangkang telur terhadap kekuatan *bending* komposit serat dengan pengikat *epoxy*.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaporkan, belum adanya penelitian tentang karakterisasi komposit hibrid berpenguat serat abaka dan bio-CaCO<sub>3</sub> dengan variasi jenis matriks. Maka dari itu, pada penelitian ini dibuat komposit hibrid berpenguat serat abaka dan mikropartikel bio-CaCO<sub>3</sub> dengan variasi matriks *epoxy*, *polyester 157* dan PMMA yang difabrikasi menggunakan metode *hot press molding* dari suhu kamar sampai 100°C dan ditahan selama 30 menit pada suhu tersebut. Panjang serat yang digunakan adalah 4 mm dengan perbandingan volume abaka/CaCO<sub>3</sub>/matriks yaitu 15:5:80. Pengujian mekanis yang dilakukan pada komposit tersebut adalah uji tarik dan uji *bending*, sedangkan untuk pengujian fisis dilakukan uji *water absorption*, SEM dan foto optik pada patahan spesimen uji tarik dan *bending*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jenis matriks terhadap kekuatan tarik dan *bending* komposit hibrid berpenguat serat abaka dan mikropartikel bio-CaCO<sub>3</sub>?
2. Bagaimana pengaruh jenis matriks terhadap daya serap air komposit hibrid berpenguat serat abaka dan mikropartikel bio-CaCO<sub>3</sub>?

3. Bagaimana korelasi struktur retakan komposit hibrid berpenguat serat abaka dan mikropartikel bio-CaCO<sub>3</sub> dengan hasil uji *bending*?
4. Bagaimana korelasi struktur patahan komposit hibrid berpenguat serat abaka dan mikropartikel bio-CaCO<sub>3</sub> dengan hasil uji tarik?
5. Bagaimana perbandingan komposit hasil penelitian dengan bahan yang digunakan untuk aplikasi eksternal soket prostesis dan internal implan tulang?

### 1.3 Batasan Masalah

Supaya pembahasan tidak menyimpang dari pokok permasalahan, maka dalam hal ini penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Serat yang digunakan yaitu serat abaka dengan ukuran panjang  $\pm 4$  mm.
2. Fraksi volume abaka/CaCO<sub>3</sub>/matriks yaitu 15:5:80.
3. Orientasi serat disusun secara acak (*randomly oriented discontinuous fiber*).
4. Partikel tambahan sebagai penguat menggunakan mikropartikel bio-CaCO<sub>3</sub> sebanyak 5% dengan ukuran 200 mesh atau 74  $\mu$ m.
5. Spesimen uji tarik mengacu pada ASTM D638-02, uji *bending* mengacu pada ASTM D790-03, dan uji daya serap air mengacu pada ASTM D570.
6. Proses fabrikasi komposit dilakukan dengan metode *hot press*.
7. Aplikasi yang dibahas hanya sebagai pembanding untuk mengetahui seberapa jauh kelayakan komposit abaka/CaCO<sub>3</sub> dengan variasi matriks.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh jenis matriks terhadap kekuatan tarik dan *bending* komposit hibrid berpenguat serat abaka dan mikropartikel bio-CaCO<sub>3</sub>.
2. Mengetahui pengaruh jenis matriks terhadap daya serap air komposit hibrid berpenguat serat abaka dan mikropartikel bio-CaCO<sub>3</sub>.
3. Mengetahui korelasi struktur retakan patahan komposit hibrid berpenguat serat abaka dan mikropartikel bio-CaCO<sub>3</sub> dengan hasil uji *bending*.
4. Mengetahui korelasi struktur patahan komposit hibrid berpenguat serat abaka dan mikropartikel bio-CaCO<sub>3</sub> dengan hasil uji tarik.

5. Mengetahui perbandingan sifat mekanis komposit hasil penelitian dengan bahan yang digunakan untuk aplikasi eksternal soket prosthesis dan internal implan tulang.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil penelitian material komposit hibrid berpenguat serat alam abaka dan mikropartikel bio-CaCO<sub>3</sub> yang dapat diaplikasikan pada bidang medis.
2. Memberikan informasi mengenai jenis matriks yang optimal bagi komposit hibrid berpenguat serat alam abaka dan mikropartikel bio-CaCO<sub>3</sub>.
3. Sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya supaya menghasilkan material komposit yang memiliki sifat mekanis dan fisis optimal.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Penyusunan laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI berisi tinjauan pustaka tentang penelitian-penelitian terdahulu sebagai acuan penelitian yang dilakukan dan dasar teori yang mencangup materi pendukung penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN membahas tentang metode penelitian yang mencakup diagram alir penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, proses pembuatan komposit, dan prosedur pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN memuat pemaparan hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA memuat kepustakaan yang digunakan sebagai acuan penulisan laporan tugas akhir.

LAMPIRAN berisi dokumen tambahan yang terkait dengan penelitian