

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Patah tulang atau fraktur merupakan masalah kesehatan yang sering terjadi di Indonesia dan berdampak signifikan pada mordibitas, penurunan produktivitas, serta beban ekonomi masyarakat. Berdasarkan data prevalensi cedera patah tulang di Indonesia mencapai sekitar 5,5-5,8% dari populasi, dengan insiden tertinggi pada kelompok usia produktif dan laki-laki (Hakim 2024). Penyebab utama patah tulang di Indonesia adalah trauma, terutama akibat kecelakaan lalu lintas, diikuti oleh kecelakaan kerja dan kecelakaan domestik (Wabula et al. 2022).

Jenis patah tulang yang sering ditemukan meliputi fraktur pada tulang panjang seperti femur, tibia, dan humerus, dengan lokasi paling sering pada ekstremitas bawah (Ain et al. 2023). Pada kelompok usia lanjut, risiko fraktur meningkat akibat penurunan kepadatan tulang (*osteoporosis*), khususnya pada leher femur, tulang belakang, dan pergelangan tangan (Pratama, Sari, and Utomo 2025). Penanganan patah tulang di Indonesia masih menghadapi kendala, salah satunya adalah masih tingginya kepercayaan masyarakat terhadap pengobatan tradisional seperti dukun patah tulang. Praktik ini sering kali mengakibatkan komplikasi lanjutan berupa fraktur yang tidak tertangani secara medis atau (*neglected fracture*) (Sasmito et al. 2023), yang berdampak pada lamanya masa rawat inap dan meningkatnya biaya perawatan.

Salah satu penanganan medis yang digunakan dalam penanganan patah tulang adalah dengan melakukan implan tulang. Implan tulang berperan penting dalam proses penyembuhan patah tulang dan penanganan penyakit degeneratif, terutama di Indonesia yang memiliki angka kecelakaan lalu lintas yang tinggi, sehingga banyak korban mengalami patah tulang dan membutuhkan pemasangan implan tulang (Susanti 2023). Kebutuhan implan ortopedi di Indonesia saat ini sebagian besar masih dipenuhi produk impor, sehingga diperlukan inovasi untuk menghasilkan produk lokal yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat Indonesia (Nurisusilawati and Yusro 2022).

Produksi implan dalam negeri masih terbatas baik dari kapasitas maupun variasi produk, terutama untuk implan kompleks (Mahyudin, Widhiyanto, and

Hermawan 2016). Permintaan terhadap implan tulang di rumah sakit di Indonesia terus meningkat, dengan beberapa jenis seperti *cortical screw*, *straight plate*, *k-wire*, dan *rod union* menjadi yang paling banyak digunakan (Nurisusilawati and Yusro 2022). Sebagai upaya untuk menekan ketergantungan pada produk impor, telah dilakukan penelitian untuk mengembangkan biomaterial lokal seperti *hydroxyapatite* dari cangkang siput dan filamen 3D printing dari cangkang kerang juga mulai dilakukan untuk menekan biaya impor dan meningkatkan ketersediaan biomaterial yang biokompatibel (Kusumastuti et al. 2021)(Sari et al. 2017). Penelitian terhadap implan buatan Indonesia menunjukkan hasil yang menjanjikan, baik dari segi keamanan maupun efektivitas dalam mendukung proses penyembuhan tulang (Lisan, Mahyudin, and Mubarok 2024).

Salah satu material yang tengah dikembangkan sebagai alternatif implan tulang yaitu paduan magnesium. Paduan ini dipilih karena memiliki sifat biokompatibilitas yang baik dalam berbagai aplikasi medis. Paduan magnesium semakin banyak diteliti sebagai material implan tulang karena sifat mekaniknya yang mirip dengan tulang manusia. Selain itu, magnesium bersifat *biodegradable* di dalam tubuh sehingga dapat terurai secara hayati tanpa perlu dilakukan operasi pengangkatan implan setelah proses penyembuhan selesai (Gutiérrez Púa et al. 2023).

Penggunaan magnesium sebagai implan menghadapi tantangan besar, yaitu laju korosi yang tinggi dalam lingkungan fisiologis, korosi yang terlalu cepat dapat menyebabkan implan kehilangan integritas struktural sebelum tulang sembuh sepenuhnya (Chen et al. 2022). Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengendalikan laju korosi magnesium, salah satunya melalui modifikasi komposisi paduan dan melakukan variasi aluminium, yang dapat mempengaruhi struktur mikro dan menurunkan korosifitas pada permukaan material (Peng et al. 2018).

Penambahan unsur alumunium dan seng pada paduan magnesium terbukti meningkatkan ketahanan korosi, kekuatan mekanik, serta biokompatibilitas, sehingga lebih sesuai untuk aplikasi implan tulang (Bakhsheshi-Rad et al. 2017). Aluminium dapat meningkatkan laju korosi, tetapi dengan penambahan tertentu saja. Penambahan aluminium sebesar 3%, dapat meningkatkan laju korosi pada paduan magnesium,

terutama karena pembentukan fasa intermetalik yang tidak merata dan mudak rusak oleh ion Cl^- (Esmaily et al. 2016). Peningkatan 4,5% dan 6% diprediksi dapat meningkatkan laju korosi pada paduan magnesium. Variasi kandungan magnesium dapat menurunkan laju korosi dan meningkatkan visabilitas sel yang penting untuk proses penyembuhan tulang (Su et al. 2024). Magnesium murni tidak dapat digunakan sebagai bahan implan karena sifat mekanis magnesium hanya bertahan 6-8 minggu selama proses pengkorosian, sehingga untuk menjadikan magnesium sebagai material implan, laju korosi harus dikontrol. Pada penelitian ini penulis akan melakukan variasi penambahan aluminium pada paduan magnesium dengan tujuan menurunkan korosifitas pada magnesium. Penelitian ini hanya memfokuskan pada aluminium saja tidak ada penambahan unsur yang lain.

1.2 Identifikasi Masalah

Sesuai dengan uraian latar belakang yang disajikan, maka dapat diidentifikasi permasalahan yang berkaitan, diantaranya:

1. Tingginya angka kasus patah tulang di Indonesia mendorong kebutuhan akan implan tulang yang efektif dan ekonomis, dan dapat diproduksi secara lokal
2. Ketergantungan terhadap produk implan impor, yang menimbulkan tantangan dari segi ketersediaan dan biaya, khususnya di fasilitas pelayanan kesehatan dalam negeri.
3. Paduan magnesium memiliki potensi sebagai material implan karena bersifat *biodegradable* dan biokompatibel, serta memiliki sifat mekanik yang mendekati tulang manusia. Namun demikian, penggunaannya masih terbatas karena laju korosi yang relatif tinggi dalam lingkungan tubuh manusia.
4. Laju korosi tinggi pada magnesium murni menjadi tantangan utama karena dapat menyebabkan degradasi material yang terlalu cepat sebelum tulang mengalami penyembuhan secara optimal.
5. Diperlukan upaya modifikasi material untuk menurunkan laju korosi magnesium, salah satunya melalui penambahan unsur aluminium (Al) dalam proses paduan.

6. Aluminium dapat meningkatkan laju korosi dengan penambahan sebesar 3%, 4,5%, dan 6%.

1.3 Batasan Masalah

Mengacu pada latar belakang dan permasalahan yang telah diidentifikasi, perlu dilakukan penentuan batasan masalah. Langkah ini diambil karena adanya keterbatasan yang dimiliki peneliti, agar penelitian ini tetap fokus pada objek yang diteliti maka pembatasan masalah dilakukan sebagai berikut.

1. Variasi aluminium yang digunakan adalah 3%, 4,5% dan 6% dalam proses pengecoran.
2. Pengujian hanya mencakup uji komposisi, uji korosi, dan uji tarik.
3. Media korosi yang digunakan disesuaikan dengan lingkungan fisiologis tubuh, namun tetap dalam skala laboratorium.

1.4 Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang hingga pembatasan masalah yang telah dijelaskan. Penelitian ini merumuskan masalah berupa bagaimana pengaruh variasi aluminium (Al) terhadap laju korosi paduan magnesium (Mg) sebagai material implan?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah memberikan jawaban atas permasalahan yang dijelaskan dengan rincian tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi aluminium (Al) terhadap laju korosi paduan Magnesium.
2. Menganalisis perubahan laju korosi dan uji tarik akibat variasi aluminium.
3. Mengevaluasi potensi paduan Magnesium dengan komposisi alumunium sebagai material implan tulang yang *biodegradable* dan biokompatibel.

1.6 Manfaat Penelitian

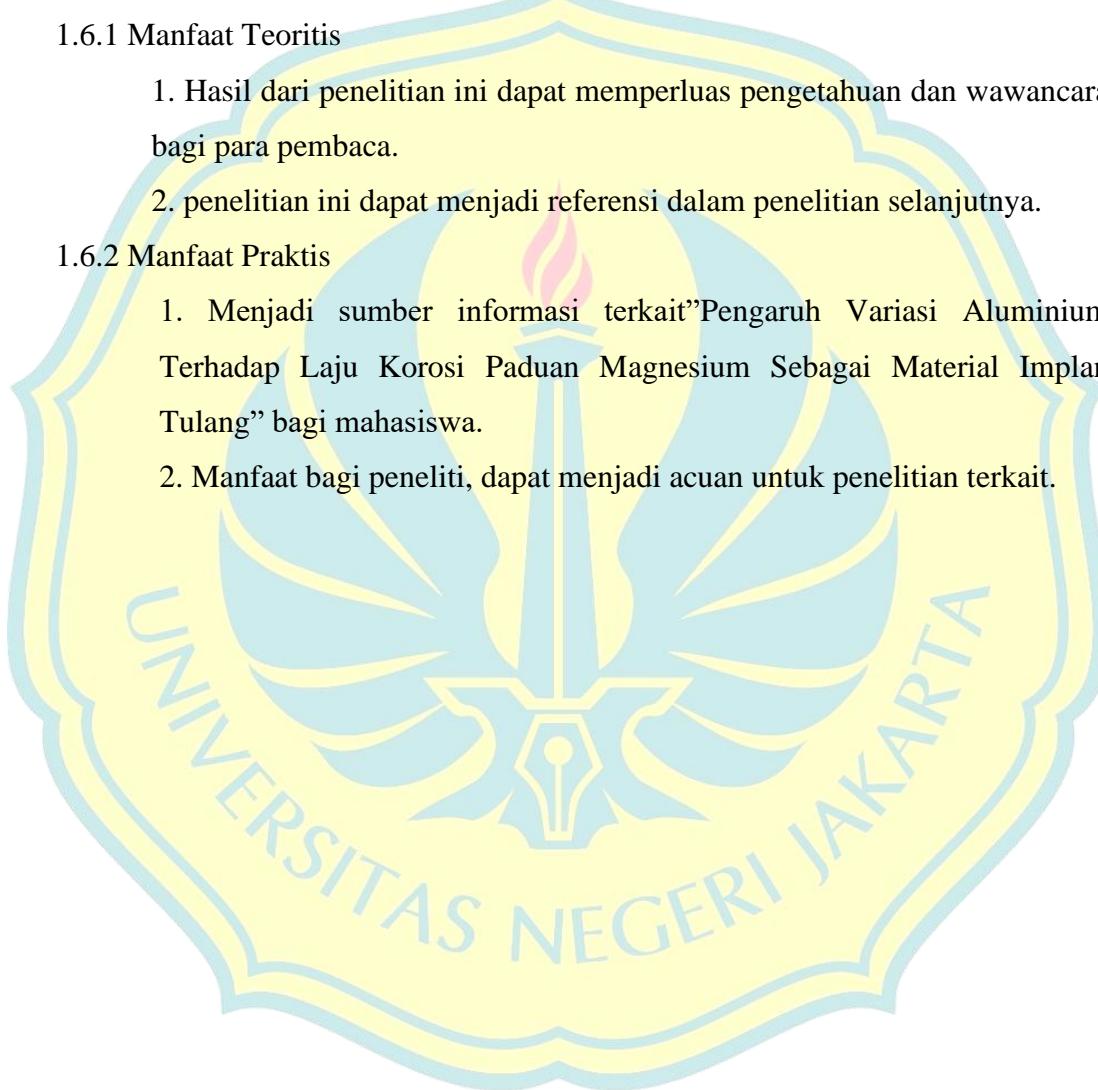
Sejalan dengan tujuan penelitian yang hendak dicapai, diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat terhadap Pendidikan juga kesehatan, yang secara langsung maupun tidak dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1.6.1 Manfaat Teoritis

1. Hasil dari penelitian ini dapat memperluas pengetahuan dan wawancara bagi para pembaca.
2. penelitian ini dapat menjadi referensi dalam penelitian selanjutnya.

1.6.2 Manfaat Praktis

1. Menjadi sumber informasi terkait "Pengaruh Variasi Aluminium Terhadap Laju Korosi Paduan Magnesium Sebagai Material Implan Tulang" bagi mahasiswa.
2. Manfaat bagi peneliti, dapat menjadi acuan untuk penelitian terkait.



Intelligentia - Dignitas