

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Perkembangan beberapa tahun terakhir dalam hal material bioaktif, polimer, material komposit dan keramik, serta kecenderungan masa depan kearah sistem material *hybrid* dan *tissue engineering*, telah memunculkan pernyataan menantang tapi tidak benar, bahwa tidak akan ada lagi masa depan untuk logam dan paduannya sebagai *biomaterial*. Istilah *biomaterial* adalah suatu sintesis yang digunakan sebagai pengganti dari sebagian atau sistem tubuh yang rusak maupun yang masih berfungsi baik dalam kontak dengan jaringan tubuh manusia¹.

Kegiatan penelitian pembuatan logam implan sesungguhnya merupakan kegiatan baru. Walaupun kegiatan sudah dimulai dari abad 18, tetapi pengembangannya sempat mengalami kekosongan. Baru pada sekitar tahun 1960, kegiatan penelitian mulai aktif lagi, karena adanya tuntutan kebutuhan para pasien, terutama untuk penyembuhan pasien yang mengalami gagal penyambungan tulang akibat kecelakaan dan para manula².

Lebih dari dua dekade, penelitian, pengembangan dan inovasi pada teknologi material telah menggiring kepada perbaikan sifat (*properties*) pada logam dan paduannya yang sama baiknya dengan kriteria produk baru untuk aplikasi medis yang luas.

Pada prinsipnya, dimanfaatkan jenis material logam karena mempunyai sifat kekuatan, ketangguhan dan kekerasan sebagai *biomaterial*. Pada saat material logam diimplankan ke dalam tubuh tidak patah dan tetap kaku, tidak seperti jenis material lainnya (keramik, plastik).

Ada sifat lain yang dimiliki logam, yaitu sifat biokompatibel. Artinya, bahwa jaringan keras (tulang) atau jaringan lunak (otot) bisa tumbuh di permukaannya, tanpa menimbulkan alergi atau penolakan dari tubuh itu sendiri. Tetapi tidak semua logam mampu bertahan lama di dalam tubuh, karena darah mengandung unsur-unsur korosif (kandungan Cl⁻, CO₂ dan O₂). Logam yang terkorosi di dalam tubuh menghasilkan ion-ion logam produk korosi. Kandungan ion-ion logam yang berlebihan di dalam darah akan meracuni tubuh.

Ada dua jenis paduan logam yang mempunyai sifat *prosthetic device*, yaitu paduan Co dan Ti³. Kedua jenis logam paduan tersebut dapat diterima tubuh sebagai implan permanen dan bisa bertahan selama pasien masih hidup. Ada persyaratan yang harus diperhatikan, kedua paduan logam Co dan Ti tidak boleh mengandung Ni dan V, karena mengakibatkan alergi dan bersifat karsinogenik.

Terhadap logam paduan Co dan Ti tersebut, memiliki perbedaan dalam aplikasinya. Komponen yang membutuhkan sifat keras dan tahan aus serta kekuatan tinggi menggunakan logam paduan Co, sedangkan untuk keperluan implan yang disisipkan ke dalam tulang menggunakan jenis logam yang relatif ringan (paduan Ti).

Pada anatomi tubuh manusia, terdapat penghubung antara dua tulang yang bisa dibelokkan berupa tulang yang berbentuk bola atau setengah bola, seperti *hip joint*, *elbow* penghubung tulang lengan atas dan bawah, penghubung tulang lengan atas dan belikat, *elbow* penghubung tulang kaki bagian atas dan bawah. Kerusakan pada tulang ini tidak bisa disambung atau disembuhkan secara medis. Akibatnya anggota tubuh tidak mampu digerakkan atau tidak berfungsi seperti normal lagi. Fungsi anggota tubuh dapat dipulihkan dengan membuat tulang buatan yang dibuat dari material logam. Jadi kerusakan tulang dengan bentuk bola ini bisa disubstitusi dengan material logam, seperti komponen logam yang mempunyai sifat biokompatibel (paduan Co-Cr-Mo). Seperti pada implan *hip joint*, komponen ini terdiri atas paduan Co pada bagian kepala dan paduan Ti di bagian badan yang disisipkan ke dalam tulang. Kedua jenis logam tersebut disambung dengan ulir.

Ada sifat-sifat yang harus dipenuhi pada saat paduan Co dan Ti berada di dalam tubuh, disamping sifatnya yang tahan korosi juga sifat mekanis seperti ketahanan ausnya. Misalnya seorang atlet yang sering bergerak melompat. Di daerah engselnya, tulang kaki akan menerima beban 20 kali berat badan. Tetapi, karena tulang merupakan jaringan hidup, sel-sel tulang yang selalu menerima beban tinggi akan tumbuh dan memperkuat dirinya sendiri. Jadi alasan digunakannya jenis material logam disamping persyaratan yang tidak menimbulkan alergi, juga karena sifat mekanik logam itu sendiri, yaitu kekuatannya tinggi dan tangguh (tidak mudah patah).

Khusus untuk pembuatan logam implan paduan Co telah dilakukan sebelumnya melalui tahapan proses pengerjaan peleburan dan dilanjutkan dengan pembentukan logam (*hot work*, rol dan tempa). Tetapi pembuatan komponen melalui metalurgi serbuk belum banyak dilakukan. Pembuatan komponen melalui metalurgi serbuk dilakukan untuk mengatasi kebutuhan bentuk komponen yang dimensinya relatif kecil, seperti komponen bentuk paku payung, bola, pelat tipis, mur dan lain-lain. Pembuatan komponen tersebut akan sulit dan tidak ekonomis bila dilakukan melalui pengerjaan peleburan dan permesinan.

Dalam penelitian tahun 2009 telah dilakukan pembuatan Co-30%Cr-6%Mo-(0-1%)Si (variasi kandungan Si) melalui metalurgi serbuk. Bahan bakunya menggunakan jenis serbuk logam murninya, sedangkan proses pembuatannya melalui pencampuran serbuk, pengerjaan kompak dan sinter. Disamping itu dilakukan variasi penambahan logam Si, untuk memperkecil porositas dan memberikan pengaruh terhadap sifat mekanis (kekerasan dan ketahanan aus). Serbuk logam Si yang ditambahkan mempunyai ukuran butir skala nano, yang mempunyai maksud untuk mempermudah difusi, sehingga atom Si mudah larut padat ke dalam logam dasarnya.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan mengacu pada uraian diatas maka timbul permasalahan antara lain :

- Laju korosi kobalt ASTM F 75 hasil metalurgi serbuk dalam larutan *Artificial Blood Plasma*, apakah relevan dengan salah satu persyaratan standar laju korosi untuk aplikasi medis
- Pengaruh penambahan silikon dengan kandungan yang berbeda dan adanya porositas terhadap perubahan laju korosi
- Mekanisme korosi atau interaksi pada *interface* antara logam implan dengan larutan *Artificial Blood Plasma* (ABP), yang ditinjau dari senyawa yang membentuk lapisan pasif dan jenis korosi yang terjadi.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian hanya akan mengamati sifat kimia permukaan (kinetika, produk dan jenis korosi). Sifat mekanis yang sangat penting dalam hal ini yaitu ketahanan terhadap friksi dan beban (ketahanan aus dan kekerasan), sudah diamati pada penelitian sebelumnya.

Mengenai bahan-bahan pembentuk darah seperti material seluler, glukosa, plasma protein, nutrisi plasma, hormon, vitamin dan *metabolites* adalah faktor-faktor yang dianggap relatif tidak signifikan pengaruhnya terhadap kinetika korosi. Sehingga sama sekali tidak termasuk dalam bahan pembentuk *Artificial Blood Plasma* (ABP).

Beberapa kondisi yang diasumsikan tidak berpengaruh atau konstan adalah :

1. Tingkat keasaman larutan uji tetap pada pH 7,4
2. Konsentrasi ion klorida yang tetap
3. Konduktivitas larutan tetap
4. Suplai kebutuhan oksigen selalu mencukupi (kondisi *unaerated*)
5. Tegangan sisa akibat dari preparasi spesimen uji dianggap tidak berpengaruh

1.3.1 Variabel Pengujian

Beberapa variabel digunakan untuk menentukan kinetika, produk dan jenis korosi dalam *Artificial Blood Plasma* (ABP) dengan pengelompokan sebagai berikut :

1.3.1.1 Material Uji

- a) Paduan kobalt (ASTM F 75) hasil metalurgi serbuk dengan variasi penambahan silikon mulai dari 0-1%
- b) Paduan kobalt (ASTM F 75) hasil *casting*

1.3.1.2 Media (Larutan) Uji

- a) *Artificial Blood Plasma* (ABP)
- b) *Nitric acid* (HNO₃)
- c) *Hydrofluoric acid* (HF)
- d) Alkohol 95%

1.3.2 Jenis Pengujian

- a) Kinetika korosi dengan polarisasi potensiodinamik dan *immersion* (*exposure*)
- b) Pengamatan pola permukaan, analisa komposisi produk dan jenis korosi dengan mikroskop optik, SEM dan EDX.
- c) Pengukuran ion terlarut dengan AAS

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan menganalisa kinetika, produk dan jenis korosi pada paduan kobalt (ASTM F 75) hasil metalurgi serbuk melalui variasi penambahan silikon dalam larutan *Artificial Blood Plasma* (ABP).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan sistem pengujian polarisasi potensiodinamik dan *exposure (immersion)* pada larutan *Artificial Blood Plasma* (ABP) agar hasilnya lebih relevan untuk referensi aplikasi medis. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi berdasarkan sifat kimia (*corrosion resistance*) dan biologisnya (*biocompatibility*) untuk aplikasi kobalt hasil metalurgi serbuk sebagai logam implan.

Diharapkan penelitian ini dapat menjadi modal bagi peneliti lainnya untuk melanjutkan pengamatan lebih jauh dengan menggunakan parameter yang lebih kompleks agar bermanfaat dan menjadi acuan pembuatan logam implan melalui teknologi metalurgi serbuk. Ketersediaan komponen biokompatibel di dalam negeri untuk kebutuhan pasien, tanpa menunggu selang waktu akibat impor adalah sasaran akhirnya.