

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Otot merupakan bagian utama sebagai pembangkit gaya dan gerak pada semua aktivitas manusia. Filamen kontraktile dari otot skeletal yang disebut dengan benang otot (*muscles thread*) atau *myofibril* mempunyai diameter kira-kira 1 mikrometer. Konsep dasar dari kerja sebuah otot adalah kontraksi dan regangan pada filamen-filamen penyusunnya. Kontraksi dan regangan ini bekerja secara spontan, lentur dan respon yang cepat yang langsung dikontrol oleh otak manusia melalui syaraf-syaraf. Konsep dasar pada otot ini menyerupai sifat-sifat yang dimiliki oleh system material *Elektro-Aktive polimer* (EAP) (Yusuf, 2010). Kesamaan sifat tersebut mengilhami para ilmuwan pada sebuah keyakinan bahwa sistem kendali EAP membuka harapan sekaligus tantangan bagi sebuah otot buatan (*artificial muscles*).

Dalam penelitian selanjutnya, para ilmuwan telah mengembangkan EAP pada manusia untuk menciptakan kedipan mata yang akan melindungi mata dan memperbaiki penampilan wajah. EAP merupakan suatu teknologi baru yang mempunyai potensi untuk digunakan dalam rehabilitasi gerakan wajah pada pasien penderita kelumpuhan otot wajah. Polimer Elektro-Aktif berperilaku seperti otot manusia dengan memanjang dan berkontraksi, tergantung tingkat input tegangan listrik (Panca, 2010). Untuk orang dengan tipe kelumpuhan lain,

penggunaan otot buatan suatu hari nanti dapat dikembangkan menjadi otot sintetis untuk mengontrol bagian tubuh lain.

Didasarkan pada mekanisme aktivasinya, EAP dapat dibagi dalam dua kategori, yaitu EAP elektrik dan EAP ionik. EAP elektrik dikendalikan oleh medan listrik atau gaya Coulomb, sedangkan EAP ionik disebabkan oleh gerak mobilitas dan difusi dari ion-ion. Contoh dari EAP elektrik adalah polimer feroelektrik, EAP dielektrik, *Liquid Crystal Elastomer* (LCE), dan lain-lain. Contoh dari EAP ionik adalah Gel Polimer Ionik (GPI) dan komposit Ionomerik Polimer-Logam (KIPL) (Yusuf,2010).

KIPL merupakan konduktor elastik yang terdiri dari dua lapisan membran polimer yang mengikat ion logam dan diantara kedua lapisan membran ditambahkan pelarut (Malone, 2010). Berbeda dengan EAP lain yang hanya bisa menghantarkan listrik dan regangan, pada polimer-logam ionomerik dapat memberikan respon berupa kontraksi dan relaksasi ke kiri dan ke kanan ketika dialiri listrik. Hal ini disebabkan oleh migrasi muatan pada kation menuju polimer yang dialiri arus negatif. Sifat tersebut sangat cocok jika digunakan untuk material pembuat otot buatan (*artificial muscles*).

Membran yang saat ini banyak digunakan untuk KIPL adalah Nafion®, politetrafluoroetilena dengan cabang gugus asam sulfonat (Nafion®) memiliki konduktivitas proton, ketahanan mekanik, dan ketahanan termal yang baik. Kekurangan yang dimiliki membran Nafion® seperti kurang ramah lingkungan dan harganya yang mahal, membuat aplikasinya pada KIPL menjadi terbatas. Berbagai penelitian dilakukan dengan tujuan mendapatkan membran baru yang

lebih baik dari segi kualitas, harga dan ramah lingkungan dibandingkan dengan Nafion®.

Kitosan merupakan salah satu biopolimer yang memenuhi syarat untuk diaplikasikan sebagai membran KIPL karena kitosan bersifat hidrofilik, memiliki kekuatan mekanik yang baik, mudah dimodifikasi secara kimia serta dapat terdegradasi secara alami. Kitosan merupakan biopolimer yang berasal dari kulit udang yang telah dideasetilisasi. Pemanfaatan kitosan sebagai membran dapat menjawab permasalahan limbah dan menaikkan nilai ekonomi kulit udang tersebut. Bila dibandingkan dengan Nafion®, konduktivitas kitosan sangat rendah, sehingga untuk menaikkan konduktivitas ioniknya dilakukan sulfonasi pada kitosan.

Dalam penelitian ini digunakan membran polimer berupa kitosan sulfonat. Hasil penelitian sebelumnya (Velianti, 2008) menunjukkan bahwa membran kitosan sulfonat yang dihasilkan dengan metoda konvensional memiliki sifat termal dan kapasitas penukar proton yang lebih tinggi dibandingkan membran yang diperoleh dengan bantuan gelombang mikro. Namun demikian, membran yang dihasilkan dari metoda pertama sangat rapuh. Sebaliknya, membran kitosan tersulfonasi yang diperoleh dari hasil reaksi dengan bantuan gelombang mikro mempunyai kekuatan mekanik yang baik untuk uji permeasi selanjutnya. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa membran kitosan sulfonat yang disintesis dengan gelombang mikro mempunyai nilai permeasi terhadap metanol yang lebih rendah dibandingkan dengan membran kitosan tanpa sulfonasi.

Selain pergantian Nafion® dengan kitosan sulfonat, pada penelitian ini juga dilakukan studi bahan pengganti kation logam serta pelarut dalam pembuatan kitosan berupa cairan ionik. Cairan ionik adalah material yang hanya terdiri atas spesies ionik (kation dan anion), tidak mengandung molekul netral tertentu, dan mempunyai titik leleh relatif rendah, terletak pada suhu $< 100^{\circ}\text{C}$, walaupun umumnya pada suhu kamar. Cairan ionik dapat mempunyai stabilitas termal yang tinggi, dan dalam beberapa kasus dapat mempunyai stabilitas termal sampai 400°C . Ion pengganti logam yang digunakan adalah cairan ionik berupa kation fatty imidazolinium sedangkan untuk pelarutnya digunakan variasi pelarut metanol-(cis-OI-ImZI). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk membuat terobosan baru dari komposit Ionomerik Polimer-Logam (KIPL) menjadi Komposit Ionomerik Polimer-Cairan Ionik (KIPCI).

Membran kitosan sulfonat yang diimpregnasi dengan cairan ionik berbasis garam fatty imidazolinium bergugus oleil cis [$\text{cis-}\omega\text{-9-CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_2\text{-}$] dengan anion berupa iodida, yaitu cis-oleil imidazolinium iodida (cis-OI-imZI), dapat meningkatkan konduktivitas dan kapasitas penukar proton pada membran (Sumirat, 2010). Dengan demikian, membran kitosan sulfonat yang telah terimpregnasi cairan ionik berbasis garam fatty imidazolinium tersebut memiliki potensi yang sangat besar untuk digunakan sebagai bahan konduktif untuk pembuatan KIPCI.

1.2 Perumusan Masalah

1. Dilihat dari daya hantar ioniknya, apakah kitosan sulfonat termodifikasi (cis-OI-imzI) dapat dijadikan komponen KIPCI?
2. Diantara variasi pelarut metanol-(cis-OI-ImzI), yang manakah pelarut yang memberikan aktuasi terbaik untuk KIPCI?
3. Jika dilihat dari tingkat aktuasinya, dapatkah KIPCI berbasis kitosan sulfonat - (cis-OI-imzI) tersebut digunakan pada komponen *artificial muscles*?

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Agar tujuan penelitian ini dapat tercapai dan untuk menghindari adanya perluasan masalah, maka perlu dijelaskan tentang pembatasan masalah yang akan diteliti. Adapun pembatasan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah:

1. Subjek penelitian adalah kitosan sulfonat termodifikasi cairan ionik cis-oleil imidazolinium iodida (cis-OI-imzI) yang digunakan sebagai komponen KIPCI dengan variasi pelarut metanol-(cis-OI-ImzI). Objek penelitian adalah kemampuan aktuasi komposit ionomerik polimer-cairan ionik (KIPCI) dari kitosan sulfonat termodifikasi cairan ionik cis-oleil imidazolinium iodida (cis-OI-imzI).
2. Kajian pengaruh proses aktuasi dibatasi pada variasi pelarut, variasi tegangan listrik, dan optimasi waktu aktuasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagaiberikut:

1. Mendapatkan material KIPCI berbasis kitosan sulfonat termodifikasi *fatty* imidazoliniumcis-Ol-imzI sebagai komponen dari *Artificial muscles*.
2. Mengetahui tingkat aktuasi material KIPCI berbasis kitosan sulfonat termodifikasi *fatty* imidazolinium cis-Ol-imzI sebagai komponen dari *Artificial muscles*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan sumbangan dalam perkembangan teknologi industri, terutama dalam pembuatan material komposit ionomerik yang lebih baik dari material komposit ionomerik yang telah digunakan sebelumnya. Dengan demikian, material komposit ionomerik yang dikembangkan dalam penelitian ini diharapkan memiliki efisiensi tinggi dan ramah lingkungan dengan biaya produksi murah dapat terwujud dan diaplikasikan pada berbagai bidang.