

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan penelitian khususnya pada bidang material terus berlanjut. Penelitian tersebut bertujuan untuk menyelesaikan suatu masalah pada era ini. Penerapan ilmu sains material yang meliputi ilmu polimer, logam, keramik, semikonduktor, dan komposit terdapat pada berbagai bidang. Aplikasi sains material meliputi aplikasi elektronik, aplikasi termal, aplikasi elektrokimia, aplikasi lingkungan, dan aplikasi *biomedical* (Chung, 2001).

Penggunaan material pada bidang biomedis salah satunya adalah aplikasi polimer untuk organ mata. Penggunaan polimer pada mata pertama kali dilakukan untuk lensa okular pada tahun 1949. Aplikasi polimer untuk mata terus berkembang hingga pada tahun 1958, polimer digunakan sebagai implan pada mata (Francis PJ, 2018).

Mata merupakan organ tubuh manusia yang mempunyai fungsi yang kompleks. Mata berfungsi sebagai indera penglihat yang dapat menangkap dan menguraikan cahaya menjadi kode kimia yang dapat diuraikan oleh otak (Zhu dkk., 2012). Mata terdiri dari beberapa bagian. Salah satu bagian mata adalah *vitreous humour* yang mempunyai fungsi menstabilkan volume bola mata.

Gangguan pada fungsi mata dapat terjadi. Faktor penyebab gangguan tersebut adalah penambahan usia sehingga terdapat kerusakan pada bagian mata. Salah satu gangguan atau penyakit mata yang dapat disebabkan oleh perubahan degeneratif pada bagian mata adalah ablasio retina.

Ablasio retina atau *retinal detachment* merupakan penyakit mata saat retina lepas dari jaringan di belakang mata yaitu lapisan epitel pigmen retina (Sovani, 1998). Ablasio retina dapat disebabkan oleh perubahan degeneratif pada retina dan *vitreous humour*. Ablasio retina juga dapat disebabkan oleh miopia. Ablasio retina dapat menyebabkan penglihatan terganggu juga dapat menyebabkan kebutaan (Zhu dkk., 2012).

Salah satu pengobatan ablasio retina dilakukan dengan mengganti cairan *vitreous humour* dengan cairan buatan (Fitrilawati dkk., 2018). Pengobatan itu

disebut Pars Plana Vitrektomi (PPV) yang melibatkan operasi vitreoretinal (Wong dkk., 2010). Cairan pengganti *vitreous humour* atau yang dikenal sebagai agen tamponade yang digunakan pada operasi vitreoretinal mempunyai sifat inert, memiliki tegangan permukaan yang tinggi, dan bersifat jelas secara optik. Cairan pengganti *vitreous humour* ini memiliki fungsi mengembalikan tekanan intraokular (Khurana, 2007). Salah satu cairan pengganti *vitreous humour* yang digunakan adalah *polydimethylsiloxane* (PDMS) atau yang dikenal dengan *silicone oil* (Barca dkk., 2014).

Pada tahun 1958, Stone merupakan orang pertama yang memperlihatkan *silicone oils* (SiO) yang didiamkan dalam mata kelinci. Cibis memperkenalkan material ini sebagai implan intravitreal dalam operasi ablasi retina. Pada tahun 1994, *The Food and Drug Administration* menyetujui penggunaan SiO (*silicone oil*) sebagai intravitreal di Amerika Serikat (Giordano & Refojo, 1998).

Silicone oil adalah kelompok senyawa polimer dan monomer hidrofobik. Material ini bersifat menolak air dan mempunyai rantai samping juga rantai Si-O yang berulang. Salah satu jenis *silicone oil* adalah PDMS yang memiliki struktur kimia $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}-[\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}]_n-\text{Si}(\text{CH}_3)_3$. PDMS merupakan jenis *silicone oil* yang umum digunakan sebagai agen tamponade (Barca dkk., 2014). PDMS bersifat transparan dan mempunyai resistansi termal dan resistansi ultraviolet yang tinggi (Volkov, 2015).

PDMS sudah digunakan di Indonesia sebagai pengganti *vitreous humour*. Ketersediaan PDMS di Indonesia pun dibutuhkan dengan kualitas dan kuantitas yang sesuai. Oleh karena itu, penelitian terkait PDMS di Indonesia dilakukan.

Penggunaan PDMS di Indonesia ditunjukkan dengan adanya penelitian mengenai karakterisasi sifat optik dan struktur PDMS dengan viskositas tinggi dan viskositas rendah sebagai pengganti *vitreous humour* sebelum dan setelah digunakan pada operasi vitreoretinal dan hasil dari penelitian tersebut adalah adanya emulsifikasi dan perubahan sifat optik pada PDMS (Nusa dkk., 2015).

Adapun untuk sintesis PDMS dan penelitian mengenai pengaruh parameter sintesis PDMS telah dilakukan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, sintesis PDMS berhasil dilakukan melalui teknik sintesis *Ring Opening Polymerization* yang melibatkan *octamethylcyclotetrasiloxane* (D4) sebagai monomer siklik,

hexamethyldisiloxane (MM) sebagai terminator, dan KOH sebagai katalis (Fitriawati dkk., 2018). Penelitian tentang variasi dan pengoptimalan parameter sintesis PDMS yang meliputi waktu reaksi, suhu reaksi, dan konsentrasi KOH sebagai inisiator menunjukkan bahwa konsentrasi KOH sebagai inisiator, waktu reaksi, dan suhu reaksi mempengaruhi karakteristik fisis PDMS (Fitriawati dkk., 2018; Kholifayah, 2020; Rahayu & Kholifayah, 2019).

Selain sintesis PDMS, uji stabilitas PDMS hasil sintesis dengan teknik *ring opening polymerization* juga perlu dilakukan. Sifat fisis yang diperiksa pada pengujian stabilitas adalah gugus fungsi, viskositas, tegangan permukaan, indeks bias, dan transmitansi. PDMS digunakan sebagai pengganti *vitreous humour* yang mengalami perubahan sifat fisis karena degeneratif pada penderita ablasio retina. Oleh karena itu PDMS yang digunakan harus memiliki karakteristik fisik yang mendekati *vitreous humour* agar dapat memulihkan posisi retina, memulihkan volume bola mata, dan menstabilkan volume bola mata. Karakteristik fisis yang diperhatikan adalah gugus fungsi, sifat mekanik, dan sifat optik. Gugus fungsi PDMS menggambarkan komponen kimia yang terdapat pada sampel PDMS. Sifat mekanik PDMS yaitu viskositas dan tegangan permukaan yang mempengaruhi bentuk PDMS di dalam bola mata. Sifat optik meliputi indeks bias dan transmitansi. Indeks bias dan transmitansi mempengaruhi cahaya yang masuk ke retina.

PDMS yang dimanfaatkan sebagai pengganti *vitreous humour* pada bedah vitreoretinal memiliki karakteristik kimia yang stabil dalam tubuh manusia karena memiliki stabilitas secara termal dan juga tidak melekat pada tubuh (Setiadji dkk., 2019). Namun pada kenyataannya, *silicone oil* dapat mengalami perubahan secara fisis dan kimia karena terjadi emulsifikasi dalam mata (Caramoy dkk., 2010). Emulsifikasi merupakan perubahan yang terjadi pada *silicone oil* yang disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk viskositas, tegangan permukaan, dan komponen biologi yang terdapat pada mata (Barca dkk., 2014). Studi menyebutkan emulsifikasi terjadi setelah satu hingga beberapa bulan pemakaian *silicone oil* sebagai pengganti *vitreous humour* dalam mata (Barca dkk., 2014). Penggantian *silicone oil* dilakukan pada hari ke-28 hingga 360 untuk *silicone oil* 5500 cSt dan pada hari ke-81 hingga 185 untuk *silicone oil* 1300 cSt (Pantjaswati dkk., 2017).

Pada penelitian sebelumnya, uji stabilitas PDMS terhadap waktu simpan telah dilakukan dan menunjukkan bahwa PDMS tidak mengalami perubahan karakteristik fisis (Setiadji dkk., 2019). Uji stabilitas PDMS tersebut meliputi uji stabilitas sifat fisis PDMS. Sifat fisis PDMS yang diperhatikan untuk uji stabilitas adalah gugus fungsi, viskositas, tegangan permukaan, indeks bias, dan transmitansi.

Menurut WHO, uji stabilitas bertujuan untuk mengetahui keadaan sediaan produk farmasi atau zat aktif pada variasi waktu tertentu dalam pengaruh kelembaban, suhu, dan cahaya. Hasil dari uji stabilitas ini memperlihatkan bagaimana umur simpan produk dan kondisi penyimpanan produk yang sesuai.

Berdasarkan penjelasan di atas, pada penelitian ini akan dilakukan pengaruh waktu reaksi *polydimethylsiloxane* pada sintesis PDMS dengan teknik *ring opening polymerization* terhadap stabilitas material. Sintesis PDMS yang dilakukan pada penelitian dilakukan dengan metode yang sama seperti penelitian sebelumnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Rahayu & Kholifiyah, 2019. Pada penelitian ini, penggandaan skala (*scale-up*) pada PDMS dilakukan dengan suhu reaksi 150 °C. Sintesis PDMS dengan penggandaan skala telah dilakukan pada penelitian Shabrina & Syahida, 2020 dan menghasilkan PDMS yang memiliki sifat fisis seperti PDMS komersial. Pada penelitian ini, sintesis PDMS dengan penggandaan skala dengan suhu reaksi 150 °C dilakukan dengan variasi waktu reaksi yang digunakan adalah 35 menit dan 20 menit. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, pada penelitian ini PDMS hasil sintesis kemudian disimpan di ruang dengan suhu dan kelembaban yang optimal untuk mengetahui gambaran karakteristik fisis PDMS selama penyimpanan serta pengaruh waktu reaksi terhadap karakteristik fisis dan kestabilan PDMS hasil sintesis.

Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh waktu reaksi pada sintesis PDMS menggunakan teknik *ring opening polymerization* terhadap PDMS yang dihasilkan serta kestabilan material PDMS tersebut. Hal ini disebabkan oleh waktu reaksi atau reaksi yang akan mempengaruhi karakteristik fisis PDMS hasil sintesis.

Penggandaan skala (*scale-up*) PDMS dilakukan karena adanya kebutuhan akan produksi PDMS dalam skala yang lebih besar. *Scale-up* PDMS dilakukan dengan proses sintesis PDMS dengan teknik yang sama seperti penelitian

sebelumnya (Rahayu & Kholifiyah, 2019), namun volume dari bahan-bahan ini diperbesar sebanyak dua kali dari sebelumnya.

Uji stabilitas fisis PDMS perlu dilakukan untuk memastikan bahwa sifat fisis *polydimethylsiloxane* yang telah disimpan tidak mengalami perubahan. Pada penelitian ini, PDMS disimpan dalam kurun waktu satu bulan pada kelembaban yang bernilai 58-67% pada suhu ruang. Berdasarkan penelitian Indrawati dkk (2010), nilai suhu dan kelembaban tersebut merupakan nilai optimum untuk produk agar dapat bertahan lama.

Pada penelitian sebelumnya terkait uji stabilitas sifat fisis PDMS yang dilakukan Setiadji dkk tahun 2019, sifat fisis PDMS mengalami penurunan yang tidak telalu signifikan dan pengukuran karakteristik fisis PDMS dilakukan pada awal dan akhir penyimpanan. Untuk mengetahui gambaran mengenai karakteristik fisis PDMS selama masa penyimpanan dan mengetahui faktor yang mempengaruhi ketidakstabilan PDMS, perlu dilakukan penelitian mengenai uji stabilitas fisis PDMS terhadap waktu simpan serta kecenderungan sifat PDMS selama masa penyimpanan dengan melihat karakteristik PDMS setiap satu minggu selama penyimpanan satu bulan.

Berdasarkan uraian tersebut, dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian mengenai pengaruh waktu reaksi pada sintesis *polydimethylsiloxane* (PDMS) dengan teknik *ring opening polymerization* terhadap kestabilan material PDMS. Berbeda dari penelitian sebelumnya, PDMS yang dibuat pada penelitian ini merupakan *scale-up* dari penelitian sintesis PDMS sebelumnya, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Rahayu & Kholifiyah, 2019. PDMS hasil sintesis diuji stabilitasnya selama kurun waktu satu bulan dan terdapat perbedaan waktu reaksi pada sampel PDMS penelitian ini untuk mengetahui pengaruh waktu reaksi pada karakteristik dan kestabilan PDMS hasil sintesis serta gambaran karakteristik fisis PDMS selama masa penyimpanan.

1.2. Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang di atas, maka muncul rumusan masalah pada topik penelitian ini. Terdapat lima rumusan masalah dari penelitian ini yang meliputi

- 1.2.1. Bagaimana pengaruh waktu reaksi terhadap gugus fungsi *polydimethylsiloxane* (PDMS) setelah penyimpanan satu bulan?
- 1.2.2. Bagaimana pengaruh waktu reaksi terhadap viskositas *polydimethylsiloxane* (PDMS) selama penyimpanan satu bulan?
- 1.2.3. Bagaimana pengaruh waktu reaksi terhadap tegangan permukaan *polydimethylsiloxane* (PDMS) selama penyimpanan satu bulan?
- 1.2.4. Bagaimana pengaruh waktu reaksi terhadap indeks bias *polydimethylsiloxane* (PDMS) selama penyimpanan satu bulan?
- 1.2.5. Bagaimana pengaruh waktu reaksi terhadap transmitansi *polydimethylsiloxane* (PDMS) selama penyimpanan satu bulan?

1.3. Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini, terdapat lima tujuan yang akan dicapai. Adapun lima tujuan dari penelitian ini meliputi

- 1.3.1. Memperoleh gambaran mengenai pengaruh waktu reaksi terhadap stabilitas gugus fungsi *polydimethylsiloxane* (PDMS) setelah satu bulan penyimpanan.
- 1.3.2. Memperoleh gambaran mengenai pengaruh waktu reaksi terhadap stabilitas viskositas *polydimethylsiloxane* (PDMS) selama satu bulan penyimpanan.
- 1.3.3. Memperoleh gambaran mengenai pengaruh waktu reaksi terhadap stabilitas tegangan permukaan *polydimethylsiloxane* (PDMS) selama satu bulan penyimpanan.
- 1.3.4. Memperoleh gambaran mengenai pengaruh waktu reaksi terhadap stabilitas indeks bias *polydimethylsiloxane* (PDMS) selama satu bulan penyimpanan.
- 1.3.5. Memperoleh gambaran mengenai pengaruh waktu reaksi terhadap stabilitas transmitansi *polydimethylsiloxane* (PDMS) selama satu bulan penyimpanan.

1.4. Manfaat Penelitian

Melihat kebutuhan akan produksi *polydimethylsiloxane* (PDMS), maka penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara praktis yang meliputi kontribusi terkait produksi *polydimethylsiloxane* (PDMS) dalam skala yang lebih besar dan juga mengetahui stabilitas PDMS serta pengaruh waktu reaksi terhadap kestabilan PDMS tersebut.

1.5. Sistematika Penulisan

Skripsi ini terdiri dari lima bab. bab pertama yaitu pendahuluan, berisi gambaran mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, dan manfaat penulisan dari penelitian yang akan dilakukan. Latar belakang mencakup penjelasan latar belakang topik penelitian yang diambil pada skripsi ini. Bagian ini menjelaskan tentang hasil penelitian-penelitian sebelumnya dan memberikan alasan dan adanya rumpang pada topik penelitian yang perlu diisi sehingga penelitian yang lebih dalam harus dilakukan.

Bab kedua yaitu tinjauan pustaka. Tinjauan pustaka berisi konsep, teori, dan hukum-hukum yang mendukung teori mengenai topik penelitian ini. Bagian ini merupakan penjelasan dari topik atau permasalahan pada penelitian dan merupakan fondasi penulis untuk melakukan penelitian. Bagian ini juga menjelaskan mengenai perkembangan penelitian PDMS serta menunjukkan mengapa muncul gagasan untuk melakukan penelitian ini.

Bab ketiga yaitu metode penelitian. Bab ini berisi penjelasan mengenai waktu dan tempat penelitian, desain penelitian, prosedur penelitian, dan instrumen yang digunakan pada penelitian ini. Waktu dan tempat penelitian menjelaskan tentang waktu penelitian yang dibutuhkan untuk melaksanakan penelitian ini dan tempat yang digunakan untuk melaksanakan penelitian ini. Desain penelitian menjelaskan tentang kategori penelitian yang dilaksanakan pada penelitian ini yaitu berupa penelitian eksperimental. Prosedur penelitian memaparkan langkah-langkah penelitian berdasarkan desain penelitian. Pada prosedur penelitian, langkah demi langkah penelitian dijelaskan secara rinci. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dijelaskan pada bagian instrumen penelitian.

Bab keempat yaitu temuan dan pembahasan. Bab ini berisi penjelasan dari hasil penelitian berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis data. Dalam bab ini, terdapat penjelasan jawaban dari rumusan masalah bab pertama secara berurutan dan keterkaitan pembahasan dengan literatur pada bab kedua.

Bab kelima menjelaskan tentang kesimpulan hasil penelitian dan jawaban dari tujuan penelitian juga implikasi dari penelitian ini serta rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.