

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kaca merupakan bahan yang sangat umum digunakan terutama dalam aplikasi sebagai bahan industri (Bourhis, Le., 2014). Kaca merupakan bahan industri yang banyak digunakan dalam perumahan dan transportasi (Puzenat dan Pichat, 2003). Kaca sangat menarik karena sifat transparan, ramah lingkungan dan sangat kuat (Bourhis, Le., 2014). Dalam kehidupan sehari-hari, kaca perlu dibersihkan untuk mempertahankan sifat transparansi agar objek-objek dapat terlihat meskipun berada dibalik kaca (Puzenat dan Pichat, 2003). Apabila permukaan kaca tidak dibersihkan maka kotoran yang menempel pada kaca akan merusak permukaan material (Pravita, 2013). Seperti halnya pada mobil, kaca mobil apabila tidak dibersihkan akan berjamur bahkan mengalami kerusakan dan pada contoh gelas kaca, apabila tidak dibersihkan akan meninggalkan noda-noda dan lemak yang akan sulit dihilangkan. Selama ini banyak cara untuk membersihkan kaca, baik secara konvensional maupun modern, seperti menggunakan sikat, kain atau lap kering basah, *windscreen wiper*, spons, hingga menggunakan cairan yang mempunyai kandungan seperti ekstrak jeruk nipis, *isopropil alkohol* dan alkohol. Yang menjadi permasalahan adalah ketika tidak ada cara untuk membersihkan kaca, sebagai contoh membersihkan kaca pada menara, atap (Puzenat dan Pichat, 2003), dan dinding bangunan (Lestari dan Alhamdani, 2014). Oleh karena itu, perlu dikembangkan cara teknologi membersihkan kaca dengan teknologi yang mudah dijangkau. Salah satu

teknologi yang sedang dikembangkan adalah *self cleaning* (Puzenat dan Pichat, 2003).

Self cleaning adalah kemampuan suatu material untuk menjaga kebersihan permukaan dengan memanfaatkan sifat hidrofilik atau hidrofobik dari suatu material. Ada dua sifat material *self cleaning* yaitu superhidrofobik dan superhidrofilik. Superhidrofobik yaitu sifat material berdasarkan *lotus effect* yang berasal dari tingginya sudut kontak air yaitu 154° (Zang, *et al.*, 2013) yang menyebabkan membentuk tetesan sehingga dapat menghapus kontaminan yang menempel pada permukaan. Pengembangan sifat superhidrofilik yaitu yang berarti air akan terletak datar dipermukaan atau menyebar dan membentuk lapisan tipis (Benedix, *et al.*, 2000).

Beberapa material yang telah di manfaatkan sebagai *self cleaning* antara lain Nano-ZnO, Al₂O₃, Fe₂O₃ dan TiO₂. Apabila menggunakan material ZnO untuk *self cleaning*, ZnO mempunyai kelebihan sebagai fotokatalis yaitu mampu menyerap spektrum matahari, namun ZnO juga mempunyai kelemahan energi celah pita yang kurang sesuai apabila diaplikasikan pada cahaya yaitu 3,2 eV (Hutabarat, 2012). Penggunaan Al₂O₃ mempunyai kelebihan luas permukaan yang besar serta memiliki sisi aktif yang bersifat asam dan basa sehingga dapat membersihkan kontaminan yang bersifat asam atau basa seperti yang memiliki kandungan amoniak (Amin, 2011). Namun, Al₂O₃ juga mempunyai kelemahan yaitu bentuk yang tidak beraturan dengan ukuran partikel rata-rata 10 μ sehingga menyebabkan reaksi tidak banyak terjadi (Anshary, *et al.*, 2013). Penggunaan Fe₂O₃ sebagai fotokatalis logam besi mempunyai kelebihan yaitu mudah

ditemukan karena banyak bermanfaat bagi manusia, termasuk sebagai oksida besi yang paling stabil, mempunyai celah pita 3,2 eV, dan sebagai katalis mempunyai sifat yang tahan terhadap racun katalis seperti SO_2 , sehingga dapat sebagai reaksi fotokatalis degradasi suatu senyawa organik. Namun juga memiliki kelemahan yaitu partikel ini hanya dapat dipreparasi dengan menggunakan suatu *host material* yang dapat membatasi partikel oksida tersebut (Dhamayanti, *et al.*, 2005). Saat ini, katalis TiO_2 lebih dipilih karena memiliki banyak kelebihan yaitu relatif murah, aman, dan mempunyai aktivitas fotokatalis tinggi. Titanium dioksida (TiO_2) telah menarik banyak perhatian untuk aplikasi *self cleaning*, karena permukaannya efektif terurai kontaminan organik di bawah sinar ultraviolet (UV) cahaya (Puzenat dan Pichat, 2003). Selain itu, lapisan TiO_2 sangat superhidrofilik, maka air dapat dengan mudah tersebar di seluruh permukaan membawa sebagian besar kotoran. Oleh karena itu, pelapis dengan TiO_2 dapat diterapkan untuk kaca jendela atau plastik (Li, *et al.*, 2013).

Kemampuan *self cleaning* dengan TiO_2 dapat ditingkatkan dengan beberapa cara, seperti *doping*, impregnasi, interkalasi, dan pertukaran ion. Contoh material yang digunakan untuk modifikasi dengan TiO_2 antara lain $\text{Gd}^{3+}\text{-TiO}_2$, $\text{Ag-SiO}_2\text{-TiO}_2$, TiO_2/WO_3 , $\text{TiO}_2\text{-surfaktan}$ dan $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$. Pada penelitian dengan material $\text{Gd}^{3+}\text{-TiO}_2$, Gd^{3+} telah dibuktikan bahwa logam ini adalah logam yang efektif untuk menjadi material *self cleaning* dan berguna untuk menghilangkan noda dari bahan celup industri. Namun, $\text{Gd}^{3+}\text{-TiO}_2$ juga memiliki kelemahan yaitu mempunyai reaksi yang lambat dan kompleks, mempunyai sensitivitas rendah dan memerlukan biaya yang tinggi (Saif, *et al.*, 2014). Material $\text{Ag-SiO}_2\text{-TiO}_2$

mempunyai kelebihan sangat sederhana dan biaya relatif murah, serta Ag sendiri yang memiliki fungsi kerja yang tinggi. Material ini dikembangkan untuk menghilangkan polutan di bangunan. Namun, material ini memiliki kelemahan yaitu partikel TiO_2 yang diendapkan pada permukaan dapat dengan mudah hilang dari permukaan bangunan (Pinho, *et al.*, 2014). Sedangkan material TiO_2/WO_3 memiliki kelebihan yaitu semikonduktor dengan celah pita 3 eV, memiliki stabilitas kimia yang baik, bisa berguna untuk pemisahan air dibawah cahaya, dan memiliki struktur terbuka serta berpori (Muresan, *et al.*, 2008). Kelemahan pada material ini adalah permukaan dapat bersifat toksik saat dilapisi oleh lapisan WO_3 dan hanya mempunyai solusi jangka pendek (Zamharir, *et al.*, 2014). TiO_2 -surfaktan mempunyai kelebihan dapat menurunkan tegangan permukaan dan dapat memiliki sifat *self assembly* (menata diri) untuk membentuk molekul yang lebih besar (Nurmansyah, 2007). Saat ini penggabungan material TiO_2 dengan SiO_2 lebih dipilih dalam penelitian ini karena TiO_2 dengan SiO_2 sebagai oksida logam mempunyai kelebihan dapat membentuk lapisan yang akan menambah daya fotokatalisis dari TiO_2 . Hal ini dikarenakan SiO_2 memberikan fungsi sebagai bahan pengemban TiO_2 , meningkatkan luas permukaan di sekitar TiO_2 , keasaman permukaan fotokatalis tersebut (Pakdel, *et al.*, 2012).

Material *self cleaning* dibentuk dengan metode *coating*. *Coating* merupakan salah satu teknik perlakuan pada permukaan (*surface treatment*). *Coating* bertujuan untuk melindungi material dari korosi dan memberi keindahan pada material (Handoko, *et al.*, 2004). *Coating* sendiri mempunyai beberapa macam antara lain *spin coating*, *spray coating*, *powder coating*, dan *dip coating*.

Spin coating merupakan metode yang sederhana, tidak membutuhkan peralatan khusus yang rumit dan pelapisan dapat menyeluruh ke semua permukaan substrat. Namun metode *spin coating* juga memiliki kelemahan yaitu lapisan yang tidak rata (Wiguna, 2011). *Spray coating* adalah pelapisan substrat menggunakan bubuk pelapis berupa kabut (Valentine, 2012). *Spray coating* mempunyai kelemahan bahwa bubuk pelapis tidak menempel secara merata pada permukaan substrat. *Powder coating* merupakan teknologi pelapisan dengan menggunakan pelapis berbentuk bubuk. *Powder coating* mempunyai kelemahan yaitu bubuk yang akan melapisi substrat dapat menjadi polusi udara ketika sisa bubuk terkena udara, dan juga membutuhkan biaya yang sangat tinggi (Handoko, *et al.*, 2004). *Dip coating* adalah teknik pelapisan pada substrat dengan cara pencelupan ke suatu material (Rohimah, 2010). *Dip coating* lebih dipilih karena mempunyai kelebihan bahwa permukaan substrat yang terlapis TiO_2 akan lebih rata. Namun pencelupan lebih baik satu kali karena apabila lebih dari satu kali akan terjadi penumpukan lapisan dan dapat merusak lapisan TiO_2 yang telah terlapis pada substrat (Pravita, 2013).

Penelitian ini akan membuat desain *self cleaning* pada kaca menggunakan material TiO_2 yang dimodifikasi dengan SiO_2 dan surfaktan menggunakan metode *dip coating*. Titanium dioksida (TiO_2) dipilih dengan dimodifikasi dengan SiO_2 dan surfaktan agar menghasilkan sifat fotokatalis yang tinggi dan dapat menurunkan tegangan permukaan (Nurlu'lu, 2012). *Dip coating* dipilih dalam penelitian ini karena mempunyai tingkat pelapisan yang lebih rata. *Congo red* dipilih sebagai model polutan yang akan didegradasi dalam proses *self cleaning*, karena *congo red* termasuk salah satu noda yang berwarna. Kemudian akan

dilakukan karakterisasi dengan *Scanning Electron Microscope Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX) untuk mengetahui morfologi permukaan substrat dan komposisi unsur yang ada pada substrat, Spektroskopi Inframerah untuk mengetahui adanya ikatan yang terbentuk yaitu Si-O-Si dan Ti-O-Si, *X-ray diffraction* (XRD) untuk mengetahui kristalinitas TiO₂, uji sudut kontak untuk mengetahui sifat hidrofilik atau hidrofobik dari substrat yang telah dilapisi TiO₂-SiO₂, dan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui % *congo red* terdegradasi.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Apakah TiO₂-SiO₂ termodifikasi surfaktan dapat disintesis?
2. Bagaimana karakteristik lapis tipis TiO₂-SiO₂ termodifikasi surfaktan sebagai material *self cleaning*?
3. Bagaimana karakteristik lapis tipis TiO₂-SiO₂ termodifikasi surfaktan pada kaca menggunakan analisis SEM-EDX dan sudut kontak sebagai material *self cleaning*?
4. Bagaimana kemampuan lapis tipis TiO₂-SiO₂ termodifikasi surfaktan pada kaca sebagai material *self cleaning* terhadap *congo red* sebagai model polutan?

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui cara sintesis $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ termodifikasi surfaktan.
2. Mengetahui karakteristik lapis tipis $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ termodifikasi surfaktan sebagai material *self cleaning*.
3. Mengetahui karakteristik lapis tipis $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ termodifikasi surfaktan pada kaca menggunakan analisis SEM-EDX dan sudut kontak sebagai material *self cleaning*.
4. Mengetahui aktivitas kemampuan lapis tipis $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ termodifikasi surfaktan pada kaca sebagai material *self cleaning* terhadap *congo red* sebagai model polutan.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memperoleh lapis tipis $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ termodifikasi surfaktan yang dapat dimanfaatkan sebagai material *self cleaning* dengan metode *dip coating*. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat, terutama kalangan akademis berkaitan dengan karakteristik material *self cleaning* $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ termodifikasi surfaktan.