

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daun dari tumbuhan teratai (*Nelumbo nucifera*) biasa dikenal sebagai salah satu contoh permukaan superhidrofobik yang ada di alam. Di atas permukaan daun teratai, tetesan air akan membentuk bulatan yang hampir sempurna dengan sudut kontak di atas 150° (Zhang *et al.*, 2012). Adanya sifat hidrofobisitas, daun teratai mampu menunjukkan karakteristik *self-cleaning*, yang mana sering disebut dengan “efek daun teratai” (Zhao, Zhan and Wang, 2023). Tetesan air yang berada di permukaan daun teratai akan bergerak untuk mengumpulkan dan membawa kotoran-kotoran serta mikroorganisme sehingga menghasilkan permukaan yang bersih (Cheng *et al.*, 2011). Kemampuan *self-cleaning* mampu melindungi lapisan superhidrofobik dari kontaminasi sehingga berpotensi baik ketika diaplikasikan ke berbagai bidang (Li and Yu, 2017).

Dua faktor yang menyebabkan hidrofobisitas pada daun teratai antara lain: mikrostruktur hierarki (terdiri atas papila, trikoma, dan kutikula), dan keberadaan material berenergi rendah seperti wax epikutikular (Cheng *et al.*, 2011). Struktur hierarki memengaruhi kekasaran permukaan, dimana efek kekasaran permukaan hierarki dijelaskan oleh model hidrofobisitas Cassie-Baxter. Model ini menyebutkan bahwa permukaan kasar mampu menciptakan kantong-kantong udara di setiap celah sehingga dapat mencegah air menyebar di atas permukaan (Dou and Hao, 2020). Material berenergi rendah biasanya memiliki ikatan kovalen non-polar yang tidak reaktif terhadap air. Material jenis ini hampir tidak memiliki ikatan OH; ikatan yang aktif membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air (Samal, Mohanty and Nayak, 2019). Oleh karena itu, material berenergi rendah mampu mengurangi interaksi dengan air sehingga menciptakan sifat hidrofobik. Umumnya, struktur hierarki tiruan dibuat dengan material tertentu yang memiliki struktur kristal yang bervariasi, seperti Zink Oksida (ZnO) *nanorods* (Lv *et al.*, 2011; Qi, Zhang and Yuan, 2011; Xue *et al.*, 2013), *hedgehog-like* (Zhang *et al.*, 2020), *peony-like*, *rose-like*, *raspberry-like* (Zou *et al.*, 2018). Sedangkan wax tiruan dibuat dengan

menambahkan ikatan hidrokarbon (Bhushan and Jung, 2011), lemak terlarut, dan matriks polimer (Barthlott and Neinhuis, 1997; Koch, Bhushan and Barthlott, 2008) pada permukaan substrat. Xu *et al.* (2020) membuat material superhidrofobik menggunakan silika (SiO_2) dan *poly[(methyl methacrylate)-b-(lauryl methacrylate)]* (PMMA-b-PTFMA) menghasilkan permukaan dengan sudut kontak sekitar $141,5^\circ$; $156,7^\circ$; dan $150,3^\circ$ (Xu *et al.*, 2020). Selain itu, Huang, et al. pada 2019 juga telah menghasilkan spons lateks superhidrofobik yang terbuat dari komposit SiO_2 /HMDS (*Hexamethyldisilazane*) dan resin sebagai matrix. Namun, keberadaan resin merubah karakteristik mekanik substrat. Spons lateks yang semula elastis berubah menjadi kaku setelah ditimpa beban 500 gram (Huang *et al.*, 2019). Oleh karena itu, perlu ada alternatif baru yang mampu membuat lapisan superhidrofobik tanpa merubah sifat mekaniknya sehingga dapat diaplikasikan di berbagai bidang.

Lapisan superhidrofobik berbasis material ZnO dan/atau SiO_2 , termodifikasi telah banyak diaplikasikan. Sebagai contoh, Velayi dan Norouzbeigi (2023) telah mendapatkan lapisan superhidrofobik dengan sudut kontak $163,8^\circ$ pada substrat logam dan kain katun. Lapisan komposit superhidrofobik dibuat dengan menambahkan nanopartikel SiO_2 dengan ukuran yang bervariasi pada larutan *trimethoxyhexadecylsilane* (THS). Lapisan superhidrofobik tersebut selanjutnya diaplikasikan sebagai pemisah air dan minyak (Velayi and Norouzbeigi, 2023). Masih dari peneliti yang sama pada tahun 2018, lapisan superhidrofobik dengan struktur hierarki nano-mikro dibuat dari material ZnO termodifikasi HMTA (*hexamethylenetetramine*). Sudut kontak yang didapatkan senilai $163,8 \pm 1,5^\circ$ dan memiliki kemampuan pemisah air dan minyak yang efisien (Velayi and Norouzbeigi, 2018a). Selanjutnya, material superhidrofobik ZnO/ SiO_2 termodifikasi *polysiloxane* dengan sudut kontak 160° difabrikasi oleh Ionbani *et al.* (2023). Lapisan ZnO/ SiO_2 @*polysiloxane* memiliki kekasaran yang baik, sehingga udara dapat menempati sekitar 95,56% dari luas kontak antara tetesan air dan nanostruktur permukaannya. Material ZnO/ SiO_2 menjadi material yang menjanjikan dalam fabrikasi lapisan superhidrofobik.

Pada riset ini, material superhidrofobik ZnO/SiO₂ disintesis menggunakan metode sol-gel dan dideposisikan menggunakan metode dip coating, metode yang mudah, efisien, dan ekonomis. Riset ini mempelajari bagaimana kekasaran permukaan menjadi faktor dominan penyebab hidrofobisitas. Berbeda dengan riset material superhidrofobik pada umumnya yang menggunakan matriks polimer, pada riset ini hanya terdiri atas material superhidrofobik ZnO/SiO₂. Dengan demikian, substrat kain yang dimodifikasi tidak akan mengalami perubahan sifat mekanik sehingga tidak mengurangi fungsionalitasnya.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Preparasi lapisan tipis superhidrofobik ZnO/SiO₂ dengan metode sol-gel *dip-coating*.
2. Karakterisasi lapisan superhidrofobik ZnO/SiO₂ dengan sudut kontak lebih dari 150°.
3. Menganalisis kemampuan *self-cleaning* dari lapisan tipis superhidrofobik ZnO/SiO₂.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Diperoleh material pengganti polimer sehingga dihasilkan lapisan superhidrofobik tanpa merubah sifat mekaniknya.
2. Dapat diaplikasikan pada berbagai substrat dan diaplikasikan pada industri tekstil anti-air, kaca anti-noda, dan alat medis anti-kontaminan.
3. Berkontribusi dalam pengendalian penularan penyakit dengan mengurangi penumbuhan *biofouling* pada permukaan benda.