

Bab I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Kain sandang merupakan kebutuhan primer yang perlu dipenuhi guna melindungi diri dari dingin, panas, cuaca, serta paparan sinar matahari. Pemilihan jenis serat perlu diperhatikan untuk kenyamanan pakaian. Serat kain yang hidrofil terasa nyaman saat dikenakan, karena dapat menyerap keringat saat udara panas, dan melindungi kulit pada saat udara dingin. Serat kain yang bersifat hidrofil apabila terkena tumpahan noda mudah menyerap dan sukar dibersihkan, baik noda bekas minuman, makanan yang bersaus dan zat organik lainnya yang menodai kain. Untuk mendapatkan sifat serat yang mampu menyerap keringat dan mudah dibersihkan apabila terkena noda kotoran, maka diperlukan teknologi penyempurnaan kain yang mempunyai sifat *self cleaning*.

Sifat *self cleaning* merupakan kemampuan bahan dalam mendegradasi kotoran (noda saus, kecap, minuman, zat pewarna) yang menempel pada kain. Konsep *self cleaning* berguna dalam berbagai aplikasi termasuk bahan tekstil yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Fitur ini juga dapat dikembangkan dalam aplikasi lain seperti tekstil medis, pakaian atletik, seragam militer dan juga kain luar ruangan. Selain itu, konsep *self cleaning* juga bersifat ramah lingkungan karena secara efektif mengurangi upaya pembersihan, mampu menghemat air, energi, waktu, dan penggunaan deterjen. (Montazer, 2012)

Proses penyempurnaan *self cleaning* dapat diaplikasikan dengan memanfaatkan teknologi nanopartikel. Menurut Wong et al., (2006), penerapan teknologi nano pada bidang tekstil dapat memberikan daya tahan yang lebih tinggi terhadap kain, karena partikel nano memiliki luas permukaan yang tinggi sehingga dapat meningkatkan daya tahan dan juga fungsi dari bahan tekstil.

Ada dua jenis sifat fisik pembuatan bahan *self cleaning*, yaitu yang bersifat superhidrofobik dan hidrofilik. Kedua jenis lapisan *self cleaning* tersebut bekerja dengan menggulirkan tetesan air untuk membawa kotoran pada lapisan superhidrofobik dan air lembaran untuk hidrofilik yang membawa kotoran. Pada bahan yang hidrofilik proses degradasi kotoran dilakukan secara kimia, yaitu

dengan memecah kotoran yang teradsorpsi di bawah sinar matahari melalui bantuan fotokatalis yang juga dikenal sebagai lapisan fotokatalitik hidrofilik (Saad et al., 2016).

Proses degradasi fotokatalitik merupakan proses reaksi yang melibatkan cahaya (foton) dan katalis (Hoffmann et al., 1995). Proses ini akan menguraikan molekul kotoran dengan memanfaatkan sinar matahari. Fotoreaksi yang disebabkan oleh fotokatalis, akan mengakibatkan kontaminan organik terdegradasi menjadi CO_2 dan H_2O (Kumar, 2015). Material semikonduktor untuk proses fotokatalisis yang banyak diteliti dalam hal ini ialah nanopartikel titanium dioksida (TiO_2) karena tidak bersifat toksik, harga yang relatif lebih murah, stabilitas kimia sangat baik, stabilitas termal yang cukup tinggi, dan aktivitas katalis yang tinggi (Choi et al., 2009). Hingga saat ini, para peneliti menunjukkan ketertarikan untuk meningkatkan efisiensi penggunaannya (Zahid, 2018).

Reaksi fotokatalisis pada nanopartikel TiO_2 hanya aktif bekerja di bawah iradiasi sinar UV karena energi celah pita TiO_2 yang relatif besar (3.2 eV untuk fase anatase), sedangkan sinar UV yang masuk ke bumi hanya berkisar 3-5% dan efisiensi hasil yang rendah kurang dari 10% karena proses rekombinasi yang terlalu cepat antara elektron dan *hole* (Sun et al., 2010). Hal tersebut berpengaruh terhadap efek fotokatalitik nanopartikel TiO_2 dalam mendegradasi zat organik atau kemampuan *self cleaning* pada bahan. (Banerjee, 2015)

Para peneliti berupaya melakukan modifikasi TiO_2 yang mampu mengubah struktur elektronik TiO_2 sehingga menurunkan energi celah pita, diantaranya ialah; pengendapan ion logam mulia pada permukaan TiO_2 , *doping* dengan logam transisi, *doping* dengan non logam seperti; N, P, C, S. Istilah "*doping*" digunakan untuk menggambarkan penambahan atom asing ke dalam kisi, permukaan atau situs interstitial (Bergamonti, 2017). Penambahan dopan logam Fe pada TiO_2 telah dibuktikan oleh peneliti sebelumnya dalam meningkatkan aktivitas fotokatalitik dari nanopartikel TiO_2 (Othman, 2011).

Studi yang dilakukan oleh Petica et al., (2015) sintesis nanopartikel TiO_2 yang *didoping* Fe dan N dengan perlakuan hidrotermal dan diaplikasikan pada kulit menunjukkan bahwa modifikasi dari TiO_2 dengan penambahan konsentrasi Fe dan

N yang sesuai dapat menghasilkan aktifitas fotokatalitik yang tinggi di bawah cahaya tampak.

Studi yang dilakukan oleh Sayyar et al., (2015) suhu kalsinasi dan *doping* Fe^{3+} yang dilakukan pada sintesis nanopartikel TiO_2 dengan metode sol gel mempengaruhi fase kristalit dan ukuran yang dihasilkan. Penerapan nanopartikel TiO_2 dilakukan dengan metode *cold spray* pada keramik menunjukkan aktivitas fotokatalitik tertinggi pada lapisan Fe/TiO_2 yang dikalsinasi pada suhu 650°C .

Menurut Othman et al., (2011), peningkatan konsentrasi dopan Fe pada nanopartikel TiO_2 yang disintesis dengan metode MOCVD (*metal organic chemical vapour deposition*) meningkatkan area permukaan, penyerapan spektrum pada cahaya tampak, dan kinerja fotokatalitik nanopartikel TiO_2 .

Berdasarkan studi literatur, dapat dilihat bahwa belum dilakukan penelitian terhadap sintesis nanopartikel TiO_2 dengan metode sol gel yang *didoping* dengan Fe^{3+} guna mendapatkan sifat *self cleaning* pada kain kapas dan belum dilakukan juga penerapan pada kain kapas dengan proses *pad-dry-cure* menggunakan zat pengikat silang asam sitrat. Asam sitrat dapat digunakan sebagai bahan zat pengikat silang yang bersifat ramah lingkungan, tidak bersifat toksik dan *biodegradable* serta keberadaan bahan bakunya di alam sangat melimpah.

Untuk itu penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian tesis ini; Penyempurnaan *self cleaning* pada kain kapas menggunakan nanopartikel TiO_2 yang disintesis dengan metode sol gel dan *didoping* dengan Fe^{3+} . Penerapan pada kain kapas dilakukan dengan metode *pad-dry-cure* yang umum dapat diterapkan di industri tekstil, serta menggunakan asam sitrat sebagai zat pengikat silang, yang diharapkan akan menghasilkan kain kapas yang memiliki sifat *self cleaning* dengan menggunakan zat-zat yang mudah didapatkan dan metode yang sederhana. Pada penggunaannya asam sitrat sebagai zat ikat silang dibandingkan dengan binder sebagai pengikat nanopartikel TiO_2 dengan serat kapas.

Tabel I.1 Studi Literatur Penggunaan Nanopartikel Titanium Dioksida (TiO_2) dalam aplikasi *Self cleaning*

N o.	Topik	Metode	Hasil Studi	Referensi
1	Sintesis dan Karakterisasi TiO_2/Ti Terdoping Fe(III) Menggunakan Metode Anodisasi In-Situ	Sintesis menggunakan metode anodisasi in-situ, diikuti dengan proses kalsinasi pada suhu 450°C selama 3 jam.	Sintesis fotokatalis TiO_2/Ti terdoping Fe(III) dengan metode anodisasi in-situ menunjukkan struktur fasa anatase, ukuran kristalit 124,58 nm. Karakterisasi UV-Vis/DRS menunjukkan pergeseran serapan pada panjang gelombang 426 nm dengan energi celah pita sebesar 2,91 eV.	Fauriani, Reni dkk. (2019)
2	Sintesis, karakterisasi nanopartikel TiO_2 dan Fe/ TiO_2 serta kinerja fotokatalitik terhadap 1,2 dichloroethane	TiO_2 dan Fe/ TiO_2 disiapkan dengan metode sol-gel dan dikalsinasi 500°C .	Partikel berbentuk bola dengan ukuran kristal sekitar 10–20nm dengan fase campuran anatase dan rutil. Absorbansi UV dengan jumlah Fe paling sedikit (0,001 mol %) menunjukkan absorbansi UV tertinggi dengan aktivitas fotokatalitik lebih baik daripada TiO_2 atau P25 yang disintesis.	Hung, Wen dkk. (2008)
3	<i>Self cleaning</i> kain kapas dengan nano TiO_2 /maleic acid/triethanol amine/sodium hypophosite sebagai zat ikat silang	Penerapan koloid nano TiO_2 , asam maleat (MA), natrium hipofosfit (SHP), dan triethanol amine pada kain kapas melalui proses <i>pad-dry-cure</i>	Peningkatan konsentrasi MA hingga 20% meningkatkan CRA kain. Peningkatan konsentrasi TEA menurunkan nilai CRA dan mengurangi efek <i>yellowing</i> . Kain yang diberi perlakuan memiliki sifat <i>self cleaning</i> terhadap degradasi methylene blue yang	Montazer, M dkk. (2011)

			baik dan setelah 10 kali pencucian berulang.	
4	Sintesis, karakterisasi aktivitas fotokatalitik nanopartikel TiO_2 doping Fe dengan metode MOCVD	Nanopartikel TiO_2 yang didoping dan Fe-doped disintesis melalui metode MOCVD (<i>metal organic chemical vapour deposition</i>)	Peningkatan konsentrasi dopan Fe meningkatkan area permukaan dan penyerapan spektrum pada cahaya tampak. Namun, ditemukan bahwa doping Fe menurunkan aktivitas fotokatalitik sehingga pilihan metode untuk menghasilkan nanopartikel TiO_2 yang didoping Fe harus dibuat mengingat kinerja dan aplikasi fotokatalitiknya.	Othman, Hajar dkk. (2011)
5	Doping nanofotokatalis TiO_2 untuk penyempurnaan <i>self cleaning</i> pada permukaan kulit	Nano TiO_2 didoping N dari urea dengan perlakuan termal, dan direndam dengan hidrazin hidrat selama 12 jam. Doping Fe dilakukan dengan perendaman pada larutan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ pada suhu 70°C	Hasil doping N dan Fe meningkatkan fotokatalitik pada iradiasi cahaya tampak, dan sudut kontak yang rendah menjadi lebih hidrofilik. Doping dengan Fe menyebabkan peningkatan tingkat rekombinasi antara elektron fotogenerasi dan lubang, namun penambahan Fe dan N bersamaan memperkecil band gap.	Petita, Aurora dkk. (2015)
6	Studi kinetik degradasi asam formiat dengan TiO_2 doping Fe^{3+} pada permukaan dengan metode <i>cold spray</i>	Synthesis TiO_2 dengan metode sol-gel dan didoping dengan ion Fe^{3+} ke dalam kisi kristal TiO_2 dan suhu kalsinasi yang divariasikan.	Diperoleh bubuk TiO_2 fase anatase dengan distribusi kristalit ukuran 10-12 nm. Film Fe/TiO_2 dan kalsinasi 650°C pada keramik menunjukkan aktivitas fotokatalitik tertinggi.	Sayyar, Zahra dkk. (2015)

7	Aktivitas <i>self cleaning</i> pada kain kapas yang dilapisi TiO_2 dengan binder asam oksalat	Nanopartikel TiO_2 disintesis dengan metode sol gel dari prekursor TTIP. Kain kapas dilapisi binder asam oksalat dengan ultrasonik. Kemudian kain dilapisi dengan nano TiO_2 menggunakan metode <i>pad-dry-cure</i> .	Aktivitas <i>self cleaning</i> terbaik dihasilkan pada kain terlapisi TiO_2 menggunakan binder asam oksalat 25% dengan aktivitas <i>self cleaning</i> 10,7. Semakin banyak penggunaan asam oksalat menurunkan kinerja TiO_2 , karena terjadi aglomerasi.	Yunianto, Angga., Kartika, Dina. (2019)
---	--	---	--	---



I.2 Rumusan Masalah

1. Apakah nanopartikel TiO_2 dengan doping Fe^{3+} efektif memberikan sifat *self cleaning* pada kain kapas?
2. Apakah doping Fe^{3+} pada sintesis nanopartikel TiO_2 dengan metode sol gel mampu meningkatkan efek fotokatalitik nanopartikel TiO_2 di bawah iradiasi UV dan cahaya tampak?
3. Berapa konsentrasi optimum doping Fe^{3+} untuk nanopartikel TiO_2 yang dapat digunakan?

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis nanopartikel TiO_2 yang didoping Fe dengan metode sol gel, meningkatkan kemampuan fotokatalitik dalam penerapan sifat *self cleaning* pada kain kapas, serta menerapkannya pada kain kapas dengan metode *pad-dry-cure* menggunakan asam sitrat sebagai zat pengikat silang.

I.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini diantaranya ialah sebagai berikut:

- a. Sintesis nanopartikel TiO_2 dan dilakukan doping dengan logam besi (Fe) dengan metode sol gel
- b. Penerapan nanopartikel TiO_2 dan yang telah didoping Fe pada kain kapas
- c. Identifikasi pengaruh penambahan doping logam Fe terhadap sifat *self cleaning* nanopartikel TiO_2 pada kain kapas.

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain:

1. Untuk menghasilkan suatu produk tekstil sebagai bahan sandang yang memiliki keunggulan antara lain sifat *self cleaning* dan nyaman dikenakan karena bersifat hidrofil berbahan dasar serat kapas sehingga dapat menyerap keringat dengan baik, mengetahui pengaruh efek fotokatalitik dari material semikonduktor TiO_2 dengan dopan Fe dalam mendegradasi kotoran yang menempel pada serat kapas.
2. Sebagai referensi bagi ilmu dan teknologi khususnya di bidang Tekstil.