

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Nanopartikel dapat terbentuk secara alamiah ataupun melalui proses sintesis. Sintesis nanopartikel merupakan proses pembuatan partikel menjadi ukuran yang kurang dari 100 nm (Abdullah dkk., 2008). Material dengan skala nanometer memiliki sifat fisik, kimia, dan biologi yang berbeda dari sifat atom individu dan molekul materi sejenis pada ukuran yang lebih besar. Hal tersebut memberikan peluang untuk mengembangkan material-material maju berteknologi tinggi (Kharisov dkk., 2010).

Silika dengan ukuran nanometer memiliki beberapa sifat yang lebih baik daripada silika dengan ukuran asalnya, seperti luas permukaan besar, ketahanan panas yang baik, kekuatan mekanik yang tinggi, dan *inert*. Umumnya nanopartikel tersebut digunakan sebagai prekursor katalis (Benvenutti & Gushikem, 1998), adsorben (Kalapathy dkk., 2001), dan filter komposit (Jamarun, Novesar. Mahmood, Wan Ahmad Kamil. Rahman, 1997). Silika dengan ukuran nanometer umumnya didapatkan melalui sintesis kimia dengan prekursor sintetik maupun alami. Produk silika berukuran nanometer dari bahan baku sekam padi berstruktur amorf biasanya memiliki ukuran rata-rata 3 nm dan luas permukaan sekitar 340 m²/g (Le dkk., 2013). Silika berukuran nanometer yang memiliki sifat amorf tersebut mengandung sejumlah besar pori-pori kecil dan umumnya telah banyak digunakan sebagai bahan matriks untuk “*hosting*” berbagai bahan fungsional (Wirnsberger dkk., 2000).

Sekam padi merupakan limbah dari proses penggilingan padi yang sangat potensial sebagai bahan baku pembuatan nanopartikel silika terbarukan. Sekam padi tersedia dalam jumlah banyak dan murah. Di sisi lain, padi sendiri merupakan komoditas subsektor tanaman pangan yang penting dalam pembangunan nasional. Berdasarkan hasil Survei KSA, produksi padi di Indonesia tahun 2020 mencapai 54,65 juta ton GKG. Dari setiap proses penggilingan padi, biasanya diperoleh sekam padi sekitar 20-30% dari bobot awal gabah. Limbah sekam padi banyak terdapat di daerah pedesaan sebagai hasil produk samping penggilingan padi

dengan potensi yang melimpah. Pada sekam padi terdapat kandungan silika sebesar 16,98% (Balai Pascapanen Pertanian, 2001). Apabila sekam padi bentuknya diubah menjadi abu, maka kandungan silikanya menjadi 99% (Bakar dkk., 2016). Namun demikian, saat ini pemanfaatan sekam padi baru hanya sebatas sebagai pakan ternak, abu gosok, media untuk pengasinan telur bebek, dan bahan bakar tradisional (Yahya, 2017).

Dengan ketersediaannya yang melimpah, sekam padi dapat menjadi sumber bahan baku nanopartikel silika yang sangat potensial, terlebih dengan mempertimbangkan aspek pemanfaatannya yang juga sangat menjanjikan untuk berbagai aplikasi pada bahan tekstil untuk memberikan performa kinerja tinggi. Pelapisan zat partikel berukuran nanometer pada permukaan serat/kain merupakan salah satu pendekatan untuk menghasilkan sifat permukaan yang unik dan mendapatkan fungsi daya tahan tinggi untuk kain. Nanopartikel oksida logam dengan sifat eksotis yang dilapiskan pada kain diketahui dapat meningkatkan fungsionalitas kain tersebut seperti sifat anti bakteri, perlindungan UV, tahan air, ketahanan kerut, anti-statis, tahan api, peningkatan tahan luntur warna dan kekuatan bahan (Yadav dkk., 2006).

Di antara potensi pemanfaatan silika berukuran nanometer pada bahan tekstil adalah untuk meningkatkan/memperbaiki sifat atau karakter berbagai zat warna cerdas. Zat warna termokromik merupakan salah satu terobosan dalam pengembangan berbagai fenomena kromik seiring dengan pengembangan tekstil cerdas untuk berbagai spektrum aplikasinya. Termokromik merupakan zat warna yang memiliki kemampuan berubah warna karena adanya perubahan temperatur lingkungan di sekitarnya, baik secara reversibel maupun ireversibel (Ferrara & Bengisu, 2014). Beberapa jenis termokromik telah dikembangkan secara komersial, meski jumlahnya masih terbatas. Global Thermochromic Materials Market (2020) menjelaskan tentang aspek-aspek statistik dasar dari industri terhadap permintaan produk serta pasarnya. Pasar bahan termokromik secara global dinilai tumbuh pada tingkat stabil pada tahun 2019 dan akan mencapai peningkatan yang diharapkan pada akhir tahun 2025. Pertumbuhan dari permintaan material termokromik diperkirakan akan naik pada tahun 2020-2025.

Berdasarkan kecerdasannya dalam memberikan respon terhadap rangsangan dari luar, zat warna termokromik sering juga disebut sebagai zat warna cerdas atau *smart dyes*. Dalam aplikasinya sejauh ini, zat warna cerdas baru banyak digunakan untuk aplikasi sensor atau untuk tujuan estetika pada produk-produk fesyen. Untuk tujuan tersebut, biasanya persyaratan kualitas yang harus dicapai tidak selengkap yang dipersyaratkan untuk zat warna konvensional yang digunakan dalam teknologi pewarnaan tekstil, seperti kerataan warna, berbagai sifat ketahanan luntur warna, dan lainnya. Kemampuan cerdas zat yang dimiliki oleh zat warna tersebut dapat diperluas aplikasinya apabila sifat-sifat teknisnya dapat ditingkatkan, dan yang paling menonjol adalah sifat tahan luntur warnanya. Zat warna termokromik yang tersedia secara komersial tidak tahan terhadap pencucian ketika diaplikasikan pada bahan tekstil (Gobalakrishnan dkk., 2020).

Beberapa literatur menjelaskan bahwa zat warna termokromik mudah mengalami reaksi fotokimia serta afinitas yang rendah terhadap serat yang mengakibatkan warna pudar sebagai indikasi sifat ketahanan luntur yang kurang baik (Aitken dkk., 1996). Sebagai upaya peningkatan sifat ketahanan luntur tersebut, dalam penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa imobilisasi zat warna termokromik dalam nanopartikel silika dapat secara efisien mengurangi zat warna yang luntur setelah proses pencucian (Ribeiro dkk., 2013). Penelitian lain juga memberikan hasil bahwa pelapisan silika sol-gel pada permukaan dapat meningkatkan sifat tahan luntur warna pada bahan tekstil (B. Mahltig & Textor, 2006). Hasil-hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemanfaatan nanopartikel silika untuk meningkatkan sifat tahan luntur zat warna termokromik masih membuka ruang sangat besar untuk dipelajari lebih lanjut, sehingga menjadi latar belakang dilakukannya penelitian ini.

Kontribusi masing-masing jurnal penelitian yang telah disebutkan sebelumnya digunakan sebagai bahan untuk menyusun *state of the art*. Penelitian ini lebih memfokuskan pada bahan alternatif sumber silika dari sekam padi yang digunakan pada proses imobilisasi dengan zat warna termokromik. Dari beberapa jurnal penelitian yang disebutkan dapat diketahui bahwa sejauh ini belum banyak penelitian yang dilaporkan telah membahas secara khusus mengenai penggunaan

silika dari sumber sekam padi, sehingga penelitian ini dapat dianggap memiliki kebaruan yang menarik untuk dipelajari.

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada bagian latar belakang, dapat dipahami bahwa nanopartikel silika dapat dimanfaatkan untuk membantu meningkatkan sifat-sifat tahan luntur zat warna termokromik. Selain itu, pemanfaatan sekam padi sebagai bahan baku pembuatan nanopartikel silika juga memberikan prospek yang sangat menjanjikan untuk pengembangan yang lebih luas. Aspek-aspek menarik tersebut menjadi dasar dalam mengidentifikasi variabel-variabel penting dalam penelitian ini:

1. Bagian pertama penelitian ini adalah kajian mengenai eksplorasi teknik sintesis dan karakteristik silika dari bahan alam sekam padi. Beberapa pertanyaan dari fokus pertama ini adalah: (1) Bagaimana teknik/metode yang tepat untuk mendapatkan nanopartikel silika dari sekam padi? (2) Berapakah efisiensi rendemen nanopartikel silika yang didapatkan dari sekam padi? (3) Apakah ukuran partikel yang didapatkan dari proses sintesis benar berukuran nano? (4) Berapakah luas permukaan dan ukuran pori-pori dari partikel silika? (5) Berapakah persentase silika yang ada pada sekam padi sebelum dan setelah proses? (6) Apakah silika yang dihasilkan memiliki struktur amorf?
2. Bagian kedua penelitian ini adalah eksplorasi teknik imobilisasi zat warna termokromik pada nanopartikel silika. Beberapa pertanyaan yang harus dijawab dari tahapan ini adalah: (1) Bagaimana teknik yang tepat untuk melakukan imobilisasi zat warna termokromik pada pori-pori nanopartikel silika? (2) Bagaimana stabilitas campuran zat warna dan silika yang ditambahkan setelah proses imobilisasi?
3. Bagian ketiga yaitu proses aplikasi partikel nano silika pada kain kapas yang telah dilakukan imobilisasi dengan zat warna termokromik. Beberapa pertanyaan dari tahapan ini adalah: (1) Apakah nanopartikel silika dapat meningkatkan sifat tahan luntur warna dari zat warna termokromik terhadap pencucian dan gosokan basah serta kering? (2) Berapakah konsentrasi perbandingan nanopartikel silika dan zat warna termokromik yang memberikan efek peningkatan sifat paling baik dari hasil aplikasi pada kain kapas?

I.3. Batasan Masalah

Permasalahan dibatasi dalam ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari padi varietas Baroma yang diperoleh dari Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Ekstraksi silika dari sekam padi dilakukan dengan metode sol-gel menggunakan NaOH 1,5N dan HCl 1N.
2. Zat warna termokromik yang digunakan merupakan jenis *Liquid Crystal* dari Good Life Innovations Ltd (Special FX Creative).
3. Metode aplikasi campuran zat warna dan silika dilakukan melalui proses pencapan dengan *screen* dan rakel kemudian dilakukan pengeringan.
4. Proses imobilisasi zat warna termokromik ke dalam pori-pori partikel silika dengan cara pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*.
5. Karakterisasi dan analisis dilakukan difokuskan untuk melihat kemampuan ketahanan luntur terhadap pencucian dan gosokan setelah penambahan silika dan zat warna termokromik pada kain kapas.

I.4. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk membuat nanopartikel silika yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan ketahanan luntur warna zat warna termokromik pada kain kapas.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengeksplorasi teknik sintesis atau pembuatan nanopartikel silika yang diperoleh dari bahan alam berupa sekam padi serta mengkarakterisasi hasilnya.
2. Mengimobilisasi zat warna termokromik ke dalam pori-pori nanopartikel silika dengan cara adsorpsi fisika.
3. Melakukan analisis dan karakterisasi sifat ketahanan luntur warna zat warna termokromik sebelum dan sesudah ditambahkan dengan nanopartikel silika pada kain kapas.

I.5. Manfaat Penelitian

Penelitian terapan ini diharapkan dapat memberikan aspek manfaat, terutama dalam hal:

1. Sumbangan dalam pengembangan khasanah ilmu pengetahuan di bidang nanoteknologi dan tekstil cerdas, khususnya sintesis nanopartikel silika dan zat warna termokromik.
2. Peningkatan nilai ekonomi limbah pertanian berupa sekam padi dengan cara memanfaatkannya sebagai bahan baku nanopartikel silika.

I.6. Sistematika Penulisan

Tesis ini terdiri dari lima bab, dengan sistematika sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan
Bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan signifikansi penelitian serta sistematika penulisan.
2. Bab 2 Tinjauan Pustaka
Bab ini berisi berbagai konsep dan teori mengenai sekam padi, silika, dan zat warna termokromik.
3. Bab 3 Metode Penelitian
Bab ini berisi pendekatan penelitian yang digunakan, serta menguraikan jenis penelitian, sampel, metode pengumpulan data, narasumber, teknik dan analisis pengolahan data yang digunakan.
4. Bab 4 Analisis dan Pembahasan
Bab ini menguraikan tentang hasil analisis dari sampel yang telah dibuat berdasarkan metode yang telah dilakukan, kemudian bagian ini juga menjelaskan secara rinci sebab-akibat dari hasil yang telah didapatkan pada bagian analisis.
5. Bab 5 Kesimpulan dan Saran