

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri tekstil merupakan industri yang berkembang di Indonesia. Pada tahun 2006, Indonesia merupakan pemasok keempat terbesar di pasar tekstil AS dan pemasok kesepuluh terbesar di pasar Uni Eropa. Perkembangannya di Indonesia berdasarkan data Asosiasi Pertekstilan Indonesia (API), pada tahun 2005 industri tekstil dan produk tekstil di Indonesia berjumlah 2.650, tahun 2006 sekitar 2699 perusahaan dengan total investasi Rp.135,7 triliun. Total kapasitas produksinya mencapai 6,1 juta ton dengan utilitas 69,8%. Pada tahun 2007, usaha naik 1 persen berjumlah 2.726 unit dengan nilai investasi mencapai sebesar Rp.136,2 triliun, tenaga kerja yang diserap sebanyak 1,2 juta orang dan nilai ekspornya diperkirakan mencapai US\$ 10,25 miliar. Pada tahun 2008, jumlahnya meningkat menjadi 2.750. Kinerja ekspor tekstil dan produk tekstil sampai 2009 meningkat 11,59 persen dengan jumlah perusahaan mencapai 3068, atau rata-rata 3,41 persen per tahun. Angka ini setara dengan nilai ekspor US\$ 9,26 miliar (Idris, 2007; Hidayat, 2010). Meningkatnya industri tekstil berakibat semakin banyak pula limbah yang dihasilkan.

Limbah merupakan buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik, yang keberadaannya tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis (Tietenberg, 1998). Limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil adalah limbah zat warna yang umumnya merupakan senyawa

organik *unbiodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan (Wijaya, *et al*, 2006). Zat warna tekstil umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzena yaitu sekitar 60 % - 70 % dan sangat sulit didegradasi. Pengolahan limbah zat warna menjadi sulit karena struktur aromatik pada zat warna yang sulit dibiodegradasi, khususnya zat warna. Senyawa azo bila terlalu lama berada di lingkungan, akan menjadi sumber penyakit karena sifatnya karsinogen dan mutagenik (Christina, *et al*, 2007). Pada lingkungan limbah yang mengandung zat warna menimbulkan berbagai masalah ketika dibuang ke lingkungan, antara lain mengganggu ekosistem perairan, memperlambat aktivitas fotosintesis, dan menghambat pertumbuhan biota perairan dengan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air (Diapati, 2009).

Salah satu limbah industri tekstil yang berbahaya adalah *congo red*. *Congo red* merupakan bahan kimia yang memiliki potensi bahaya terhadap kesehatan tubuh manusia, diantaranya bila tertelan dapat mengakibatkan rasa mual pada lambung, muntah dan diare, bila terkena mata dan teradsorpsi pada kulit dapat menyebabkan iritasi, mengakibatkan kerusakan sistem pernapasan, menyebabkan kanker serta menyebabkan gangguan reproduksi dan janin sehingga perlu penanganan khusus dan perlu dicari alternatif efektif untuk menguraikan limbah tersebut (Kartika, *et al*, 2009).

Selama ini, beragam cara digunakan untuk menghilangkan limbah zat warna *congo red*. Salah satu cara yang digunakan untuk menghilangkan *congo red* adalah adsorpsi. Wijaya, *et al*, 2006, menggunakan Zeolit-TiO₂ untuk

mendegradasi *congo red*. Fatimah, *et al*, 2006, mendegradasi *congo red* dengan menggunakan zeolit alam termodifikasi TiO_2 . Metode ini berhasil mendegradasi *congo red* sebesar 40% selama 1 jam. Pada tahun 2008, Tapalad, *et al*, menggunakan teknologi *ozonation* untuk mendegradasi *congo red*. Zat warna *congo red* terdegradasi sebesar 39% dalam waktu 120 menit. Namun cara-cara di atas memiliki kelemahan. Metode adsorpsi merupakan metode yang cukup murah, namun kurang begitu efektif karena zat warna tekstil yang diadsorpsi oleh zeolit tersebut masih terakumulasi di dalam adsorben yang pada suatu saat nanti akan menimbulkan persoalan baru. Teknologi *ozonation* hanya memindahkan *polutan* dari suatu fase ke fase lain dan hanya merupakan pemisahan yang sederhana (Zhang, *et al*, 2006). Anggraini, 1999, melakukan pengolahan limbah zat warna tekstil dengan menggunakan membran mikrofiltrasi. Namun, pengolahan dengan membran sering mengalami *fouling*, sehingga perlu dicari material *anti fouling* untuk mengatasi hal tersebut. Titanium dioksida (TiO_2) merupakan material *antifouling* yang menunjukkan aktivitas tinggi, namun masalah yang muncul adalah TiO_2 sering mengalami koagulasi dan kurang praktis karena tidak bisa digunakan secara terus-menerus. Untuk itu, solusi yang digunakan adalah menggabungkan antara membran dan TiO_2 yang disebut dengan membran fotokatalitik (Damzel, *et al*, 2007).

Saat ini, teknologi membran fotokatalitik menjadi teknologi yang menjanjikan dan telah diaplikasikan untuk mendegradasi limbah zat warna tekstil. Mozia, *et al*, 2007, membandingkan hasil degradasi metilen biru antara metode reaktor membran fotokatalitik yang menggunakan TiO_2 murni dan *carbon-coated*

TiO₂. Reaktor membran fotokatalitik *carbon-coated* TiO₂ memberikan aktivitas degradasi metilen biru lebih tinggi dari pada yang menggunakan TiO₂ murni yaitu sebesar 86%. Tahun 2008, Essawy, *et al*, mengaplikasikan membran *copolymer*-TiO₂ untuk mendegradasi 2 jenis limbah tekstil yaitu *remazol red RB-133 (RR RB 133)* dan *reactive blue 2 (RB2)*. Hasilnya menunjukkan bahwa adanya TiO₂ menyebabkan kedua polutan terdegradasi lebih baik bila dibandingkan tanpa adanya TiO₂ pada membran *copolymer*. Rustami, 2008, membuat membran fotokatalitik titanium dioksida berpendukung polistiren dengan pemeka cahaya *tris*-asetilasetonatokromium (III) dan mengaplikasikannya untuk mendegradasi metilen biru. Pada tahun 2009, Damzel, *et al*, menggunakan membran nanofiltrasi fotokatalitik *hybrid* dari polisulfon dan polistiren dengan TiO₂ untuk mendegradasi 3 jenis zat warna yaitu asam merah 18, *Direct Green 99* dan asam kuning 36. Membran tersebut mampu mendegradasi asam merah 18, *Direct Green 99* dan asam kuning 36 sebesar 100%, 94% dan 91,9%.

Keunggulan dari teknologi membran fotokatalitik ini adalah kontrol retensi waktu partikel dan proses pemisahan secara simultan dan kontinyu. Namun, teknologi ini cukup mahal karena bahan dasar membran (polimer sintetik) perlu didatangkan dari luar negeri dan bersifat *unbiodegradable*. Oleh karena itu, perlu dicari sumber bahan lain yang ketersediaanya melimpah dan harganya murah. Selain itu, kemajuan teknologi modern menyebabkan *global warming* yang berdampak buruk terhadap kelangsungan hidup manusia. Mengingat bahaya yang akan ditimbulkan, maka perlu dilakukan upaya-upaya untuk mencegahnya. Salah satu yang bisa dilakukan adalah mulai mengurangi penggunaan teknologi yang

tidak ramah lingkungan dan mulai beralih terhadap teknologi hijau yang ramah lingkungan (Darmo, 2009). Salah satu contoh teknologi hijau adalah membran yang berasal dari polimer alam.

Bahan dasar pembuat membran dari polimer alam yang ramah lingkungan adalah selulosa asetat. Selulosa asetat dapat disintesis dari reaksi asetilisasi selulosa. Selulosa merupakan polimer alam yang memiliki struktur ikatan yang kuat karena tersusun secara kristalin, rapat dan sangat teratur (Sjostrom, 1995). Selulosa merupakan bagian utama pada kayu maupun non kayu. Salah satu sumber selulosa adalah nanas. Nanas (*Ananas comosus*) merupakan salah satu jenis buah yang terdapat di Indonesia dan mempunyai penyebaran yang merata. Nanas merupakan salah satu tanaman buah yang banyak dibudidayakan di daerah tropis dan subtropis. Penyebaran tanaman nanas menjangkau setiap propinsi di Indonesia. Produksi yang besar dari buah nanas yaitu 0,35 juta ton per tahun yang mempunyai potensi untuk dikembangkan (Rosaliana, *dkk*, 2008). Buah nanas dapat diolah menjadi produk bentuk lain seperti jus, kue, sirup dan sebagainya. Namun, disamping menghasilkan suatu produk, olahan nanas juga menghasilkan limbah.

Salah satu limbah yang dihasilkan tumbuhan nanas di kota khususnya di pasar-pasar tradisional adalah limbah daun pada bagian pucuk buah. Limbah ini paling banyak dihasilkan dan biasanya dibuang begitu saja di pasar-pasar buah (Indrapraja, 2007). Limbah daun pada bagian pucuk buah nanas memiliki kandungan selulosa paling tinggi dari bagian nanas yang lain, yaitu sekitar 80%. Hal ini menyebabkan limbah nanas dapat dimanfaatkan menjadi membran

selulosa diasetat yang selanjutnya akan direaksikan dengan TiO_2 menjadi membran fotokatalitik.

Dalam penelitian ini, langkah-langkah yang dilakukan adalah serat daun nanas dibuat pulp. Kemudian pulp yang telah dihasilkan dilakukan pemutihan (*bleaching*). Pulp yang sudah diputihkan disintesis menjadi selulosa diasetat. Selulosa diasetat dan TiO_2 dicampur dengan pelarut aseton dan bahan aditif formamida 8% yang dicetak dengan inverse fasa. Variasi yang digunakan adalah variasi komposisi TiO_2 sebesar 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1% (b/v) dan variasi waktu penguapan pelarut dengan waktu 20, 25, 30 dan 35 detik. Karakterisasi membran fotokatalitik ini meliputi ketebalan membran dengan alat mikrometer sekrup, kinerja membran dengan mengukur fluks dan rejeksi, morfologi membran dengan *Scanning Electron Microscopi* (SEM) dan permukaan gugus fungsi dengan menggunakan IR. Selanjutnya, membran fotokatalitik digunakan untuk mendegradasi *congo red*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan fakta-fakta yang telah disebutkan pada latar belakang, maka dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah selulosa diasetat serat daun nanas dan TiO_2 dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan membran fotokatalitik?
2. Bagaimana kinerja membran fotokatalitik dari selulosa diasetat serat daun nanas dan TiO_2 ?
3. Sejauh mana efektivitas membran fotokatalitik dari selulosa diasetat serat daun nanas dan TiO_2 dalam mendegradasi *congo red*?

- 4 Bagaimana sifat mekanik membran fotokatalitik dari selulosa diasetat serat daun nanas dan TiO_2 ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui apakah selulosa diasetat serat daun nanas dan TiO_2 dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan membran fotokatalitik.
2. Mengetahui bagaimana kinerja membran fotokatalitik dari bahan dasar selulosa diasetat serat daun nanas dan TiO_2 .
3. Mengetahui sejauh mana efektivitas membran fotokatalitik dari selulosa diasetat serat daun nanas dan TiO_2 dalam mendegradasi *congo red*.
4. Mengetahui bagaimana sifat mekanik membran fotokatalitik dari selulosa diasetat serat daun nanas dan TiO_2

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan tentang adanya alternatif yang lebih baik dalam mendegradasi *congo red* yaitu dengan menggunakan membran fotokatalitik selulosa diasetat serat daun nanas dan TiO_2 . Selain itu, diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memberikan kontribusi IPTEK terhadap perkembangan material pendegradasi polutan.