

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri pulp dan kertas merupakan salah satu industri terpenting di dunia. Produksi kertas terutama bergantung pada tiga proses yaitu pembuatan pulp, pemutihan (*bleaching*), dan *finishing* (produk kertas). Pembuatan kertas yang menghasilkan sejumlah air limbah yang mengandung lignin dengan konsentrasi tinggi menyebabkan warna coklat dan nilai COD yang tinggi. Limbah ini memiliki dampak negatif bagi kehidupan akuatik. Warna gelap yang dihasilkan dapat meningkatkan suhu air, menurunkan oksigen terlarut, dan membatasi jumlah sinar matahari yang menembus permukaan air, sehingga dapat menurunkan proses fotosintesis (Singh dkk., 2016). Limbah dari pabrik pulp dan kertas biasanya terdiri dari senyawa anorganik yang tinggi misalnya, Na_2CO_3 , Na_2S , NaOH dan NaCl serta senyawa organik misalnya, fragmen lignin dan polisakarida, alkohol, dan asam karboksilat (Yuliani dkk., 2018). Di antara berbagai kontaminan tersebut, kandungan senyawa organik dan intensitas warna yang paling besar. Warna pada air limbah pulp dan kertas merupakan senyawa organik di alam yang terdiri dari ekstraktif kayu, resin tannin, pewarna sintesis lignin dan produk degradasi yang terbentuk karena khlorin pada lignin (Zainith dkk., 2018). Zat wana Rhodamin B merupakan bahan kimia yang digunakan sebagai bahan pewarna dasar dalam tekstil dan kertas. Di dalam Rhodamin B terdapat ikatan dengan khlorin (Cl) yang menyebabkan senyawa ini reaktif dan berbahaya. Ditemukannya bahaya yang sama antara Rhodamin B dan khlorin membuat adanya kesimpulan bahwa atom khlorin yang ada pada Rhodamin B yang menyebabkan terjadinya efek toksik bila masuk ke dalam tubuh manusia (Masthura, 2019).

Telah dikembangkan suatu metode fotodegradasi sebagai alternative dalam pengolahan limbah zat warna. Metode ini menguraikan zat warna organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan cahaya (foton) (Nur dkk., 2019). Metode fotodegradasi dapat dilakukan menggunakan katalis berupa semikonduktor (Andari dan Wardhani, 2010). Contoh semikonduktor oksida logam yang sering digunakan untuk katalis yaitu TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3 , dan

SrTiO₃ (Deka, 2019). ZnO adalah semikonduktor tipikal dengan celah pita lebar 3,37 eV, energi pengikat eksitasi besar 60 meV pada suhu kamar, biaya yang sangat rendah dibandingkan dengan oksida logam lainnya, fotosensitivitas tinggi dan stabilitas lingkungan sehingga banyak digunakan sebagai fotokatalis untuk mengurangi polutan organik yang ada dalam air dan udara (Kumari dkk., 2019). Namun, celah pita lebar membatasi penyerapan sinar matahari yang hanya membutuhkan sekitar 3–5% dari spektrum matahari. Untuk meningkatkan aktivitas fotokatalis, berbagai upaya telah dilakukan untuk memodifikasi celah pita ZnO yaitu dengan doping elemen lain atau dengan bahan semikonduktor yang memiliki celah pita sempit (Su dkk., 2014). Selain itu, doping dapat menjebak elektron, mengurangi peluang rekombinasi lubang elektron, dan mempercepat sistem fotokatalitik (Kumari dkk., 2019).

Penelitian tentang degradasi limbah cair organik dan zat warna menggunakan fotokatalis ZnO dan NiFe₂O₄ telah lama berkembang. Pada penelitian Kansal dkk, (2008) yang mempelajari efektifitas degradasi limbah lignin dari proses kraft industri pulp dan kertas menggunakan katalis TiO₂ dan ZnO, menghasilkan %degradasi lignin sebesar 15% dengan fotokatalis TiO₂ dan 84% menggunakan fotokatalis ZnO dengan kondisi di bawah sinar matahari, berat fotokatalis 1 g/l, pH netral, konsentrasi lignin 100 mg/l dan waktu kontak 5 jam. Pada tahun 2016 Zhu dkk., melakukan penelitian degradasi zat warna congo red menggunakan fotokatalis NiFe₂O₄/ZnO dengan metode sintesis hidrotermal pada rasio 1:2, diperoleh %degradasi optimum sebesar NiFe₂O₄ 7,84%, ZnO 64,69%, dan NiFe₂O₄/ZnO sebesar 94,55% dengan konsentrasi congo red 20 mg/l, berat fotokatalis 0,05 gr dan waktu kontak 10 menit pada kondisi dibawah sinar matahari. Pada tahun 2018 Adeleke dkk, melakukan penelitian degradasi zat warna metilen biru menggunakan fotokatalis NiFe₂O₄/ZnO dengan metode sintesis *solid state*, diperoleh %degradasi metilen biru sebesar 98% pada kondisi dibawah sinar matahari. Pada tahun 2019 Qu dkk, melakukan penelitian degradasi zat warna Rhodamin B menggunakan fotokatalis NiFe₂O₄@SiO₂ dengan metode *hydrothermal synthesis*, diperoleh %degradasi Rhodamin B sebesar 72,8% dengan konsentrasi Rhodamin B 10 mg/L, berat fotokatalis 0,5 gr, pH 7, dan waktu kontak 8 jam pada kondisi lingkungan netral. Pada tahun 2016 Rahmayeni

dkk, melakukan penelitian degradasi zat warna Rhodamin B menggunakan fotokatalis ZnO/ NiFe₂O₄ dengan metode solvothermal pada rasio 1:0,01, diperoleh % degradasi Rhodamin B sebesar 99%, dengan konsentrasi Rhodamin B 10 mg/L, berat fotokatalis 0,015 gr, waktu kontak 3 jam dengan sinar matahari, pada penelitian dan perlakuan yang sama %degradasi Rhodamin B menggunakan fotokatalis ZnO dan NiFe₂O₄ didapat sebesar 68% dan 19%.

Berdasarkan uraian di atas, degradasi fotokatalitik zat warna dipengaruhi oleh beberapa parameter, seperti pH, konsentrasi awal zat warna, ukuran partikel fotokatalis dan berat fotokatalis, suhu, dan intensitas cahaya (Mamun dkk., 2017). Diketahui % degradasi katalitik zat warna Rhodamin B yang optimum dihasilkan dari penelitian Rahmyeni dkk yaitu sebesar 99% menggunakan fotokatalis ZnO/ NiFe₂O₄. Hasil ini sudah sangat baik, karena %degradasi zat warna yang dihasilkan tinggi dan zat warna yang terdegradasi hampir sempurna, namun pada penelitian tersebut, Rahmayeni menggunakan metode solvothermal yang mana metode ini menggunakan biaya yang mahal, waktu reaksi sangat panjang membutuhkan waktu lebih dari 24 jam, selain itu juga waktu kontak pada degradasi zat warna yang digunakan masih cukup lama.

Untuk itu dilakukan penelitian degradasi zat warna Rhodamin B menggunakan fotokatalis ZnO yang didoping dengan logam spinel ferrit NiFe₂O₄ yang memiliki %efektifitas degradasi tinggi dengan menggunakan metode sintesis ko-presipitasi, variasi massa fotokatalis ZnO terhadap NiFe₂O₄ (1:0,1 ; 2:0,1 ; 3:0,1), variasi konsentrasi Rhodamin B (10,20,30 ppm) dan waktu kontak fotokatalis (0,30,60,90,120 menit) dengan kondisi penyinaran lampu LED 15 watt dan sinar matahari (pukul 11.00-14.00). Penggunaan sintesis metode kopresipitasi menggunakan biaya yang murah dan produk yang dihasilkan memiliki ukuran partikel lebih kecil dan lebih homogen (Nasution dan Fitri, 2018). ZnO yang didoping menggunakan NiFe₂O₄ dapat meningkatkan aktivitas fotokatalis hal ini dikarenakan dapat mengurangi celah pita fotokatalis dan dapat mengurangi rekombinasi *hole*-elektron. Waktu kontak yang cukup singkat dengan menggunakan lampu LED dan sinar matahari bertujuan untuk mengetahui sumber sinar yang paling efektif bagi fotokatalis yang disintesis diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan fotokatalis ZnO, NiFe₂O₄, dan ZnO/NiFe₂O₄ dengan metode ko-presipitasi dan dikarakterisasi menggunakan XRD dan SEM.
2. Menentukan kondisi optimum dalam pengaruh konsentrasi zat warna Rhodamin B dan efektivitas penurunan konsentrasi zat warna pada pengaruh kondisi penyorotan.
3. Menentukan kinetika fotodegradasi dalam proses degradasi zat warna Rhodamin B menggunakan fotokatalis ZnO/NiFe₂O₄.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)
Menjadi acuan pengembangan IPTEK di bidang fotokatalis nanomagnetik, khususnya untuk pengaplikasian pengolahan limbah cair industri pulp dan kertas.
2. Bagi Masyarakat
Memberikan pengetahuan yang dapat digunakan untuk mengatasi limbah zat warna, sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan.
3. Bagi Industri Pulp dan Kertas
Hasil dan metode penelitian dapat dijadikan bahan acuan untuk mengolah limbah cair agar tidak berbahaya bagi lingkungan.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, kendala yang terjadi terhadap efektivitas penurunan konsentrasi zat warna Rhodamin B adalah penggunaan metode sintesis yang cukup rumit yaitu metode solvothermal, penggunaan berat fotokatalis yang masih banyak dalam mendegradasi polutan pada konsentrasi 10 mg/L, waktu reaksi fotokatalitik yang terlampau lama yaitu 3 jam pada kondisi dibawah sinar matahari. Oleh karena itu untuk mengatasi kendala tersebut maka pada penelitian ini akan dilakukan sintesis fotokatalis ZnO/NiFe₂O₄ menggunakan metode ko-presipitasi dengan variasi berat ZnO/NiFe₂O₄ (1:0,1 ; 2:0,1; 3:0,1) terhadap variasi konsentrasi Rhodamin B (10,20,30) mg/L, lama waktu reaksi fotokatalitik (0,30,60,90,120) menit, pada kondisi dibawah sinar matahari dan lampu LED 15 watt.