

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baterai Zn-C termasuk ke dalam Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) yang karena sifat atau konsentrasinya dapat mencemarkan, membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia. Penggunaan baterai primer sangatlah banyak digunakan terkhusus pada media elektronik rumah tangga. Harga yang murah serta umur pakai yang cukup panjang menjadi alasan baterai ini banyak dipakai. Saat energinya habis banyak masyarakat langsung membuangnya ke lingkungan. Padahal limbah baterai sendiri termasuk ke dalam limbah B3 yang diakibatkan oleh kandungan yang ada seperti karbon (C), mangan (Mn), seng (Zn), dan besi (Fe). Zat inilah yang dapat memberikan dampak buruk bagi kesehatan manusia dan lingkungan [1].

Untuk menangani permasalahan limbah B3 pada baterai Zn-C, maka kita dapat memanfaatkan komponen yang ada seperti kandungan logam Zn dan Fe. Kedua logam ini banyak digunakan karena dapat dijadikan bahan semikonduktor. Logam Zn dari limbah baterai Zn-C dapat digunakan sebagai bahan baku untuk sintesis ZnO. ZnO merupakan bahan semikonduktor yang dapat bertindak sebagai fotokatalis dengan sifat anti toksik, memiliki stabilitas yang baik terhadap suhu serta fotosensitivitas yang tinggi [2]. Keuntungan sifat anti toksik pada ZnO akan mengurangi penimbunan masalah baru terhadap lingkungan yang diakibatkan oleh suatu zat, kemudian fotosensitivitas yang tinggi akan memberikan efektifitas ZnO dalam mendegradasi zat warna. Sifat ZnO ini sendiri memiliki efisiensi yang sama baik dengan oksida TiO₂ dan juga dapat digunakan dalam bidang antibakteri dan fotokatalis. Dalam sifat fotokatalisnya, ZnO memiliki efisiensi yang sangat baik dalam mendetoksifikasi limbah cair seperti untuk degradasi metilen biru sebesar 78% [3], terhadap *congo red* sebesar 91% [4], dan rhodamin B sebesar 91,55% [5] [6]

Di samping keunggulannya, material ZnO sendiri memiliki kekurangan seperti nilai *band gap* yang terlalu besar yakni berada pada rentang 3,2 eV dan sifat magnet yang dimiliki [7]. *Band gap* yang terlalu besar akan mengurangi kinerja dalam penyerapan dan pemanfaatan sinar tampak, adapun sifat magnetik yang dimilikinya

ialah diamagnetik. Hal inilah yang akan mengakibatkan sulitnya proses pemisahan kembali dalam penanganan limbah cair [8]. Adapun untuk menangani permasalahan yang ada, maka kita dapat menggabungkan dengan senyawa yang memiliki sifat magnet yang kuat dan dapat bekerja pada cahaya tampak.

Nanopartikel spinel ferit dengan rumus MFe_2O_4 ($M = Mn, Co, \text{ dan } Ni$) telah dikenal sebagai material fotokatalis cahaya tampak dengan *band gap* pada rentang 2,0 eV [9]. Walaupun material ini berpeluang baik sebagai fotokatalis, tapi jarang dijadikan sebagai fotokatalis tunggal. Hal demikian terjadi akibat oleh kurang bagusnya konversi fotoelektriknya. Selain itu, senyawa spinel ferit sendiri memiliki sifat magnet yang jauh lebih baik dari ZnO di mana jika keberadaannya dalam keadaan nano maka akan memiliki sifat superparamagnetik. Dengan demikian untuk mengatasi kekurangan yang ada pada kedua senyawa tersebut maka dapat dilakukan dengan mengkompositkan ZnO dengan material spinel ferit. Telah dilaporkan dalam penelitian Rahmeyeni Dkk (2016) bahwa proses pengkompositan ini dapat memberikan perubahan terhadap sifat material terutama pada nilai *band gap*, di mana nilainya akan berada pada rentang 2,5 eV serta dapat meningkatkan fotorespon dan sifat fotokatalitik yang nantinya dapat digunakan sebagai katalis senyawa-senyawa organik dalam air, seperti menggunakan senyawa $ZnO/CaFe_2O_4$ [10] dan $ZnO/CoFe_2O_4$ [11].

Nanopartikel $NiFe_2O_4$ merupakan salah satu dari material spinel ferit yang cukup banyak menarik perhatian diakibatkan aplikasinya yang sangat luas diberbagai bidang seperti antibiotik dan fotokatalitik. Nanopartikel ini dapat dijadikan sebagai fotokatalis untuk memproduksi hidrogen dibawah bantuan sinar tampak dan juga memiliki sifat magnet yang kuat sehingga dapat dipisahkan setelah proses reaksi berlangsung menggunakan bantuan magnet eksternal [12]. Pemanfaatan material $NiFe_2O_4$ dalam peningkatan kinerja fotokatalisis telah banyak dilakukan seperti dengan semikonduktor TiO_2 dan ZnO. Material $NiFe_2O_4$ akan memberikan peningkatan terhadap pergeseran daerah penyerapan fotokatalis menjadi daerah sinar tampak dan memberikan sifat magnet pada fotokatalis tersebut. Adapun contoh fotokatalis yang telah berhasil disintesis adalah $TiO_2/NiFe_2O_4$ untuk degradasi Rhodamin B [13] dan $NiFe_2O_4/Bi_2O_3$ untuk degradasi antibiotik [14].

Dalam proses sintesisnya, nanokomposit ZnO/NiFe₂O₄ dapat disintesis dengan beberapa metode seperti secara kimia dapat dilakukan dengan metode koopresipitasi, sol-gel dan hidrotermal. Adapun secara fisika proses sintesis dapat dilakukan dengan menggunakan metode *combustion*, *microwave*, dan juga *solid state* [15]. Adapun pada penelitian ini, nanokomposit ZnO/NiFe₂O₄ disintesis menggunakan metode *solid state* karena pengerjaannya yang sederhana serta tidak memerlukan zat kimia lainnya, sehingga mengakibatkan metode ini termasuk ke dalam *green synthesis*. Selain itu juga, penggunaan metode ini diharapkan dapat menghasilkan nanokomposit dengan ukuran yang lebih halus, serta dengan adanya sifat magnetik yang terkandung di dalam nanokomposit ZnO/NiFe₂O₄ diharapkan dapat menjadi fotokatalis yang dapat didaur ulang dengan bantuan medan magnet eksternal sehingga dapat digunakan kembali untuk proses selanjutnya.

Proses fotokatalisis sendiri merupakan salah satu metode yang cukup banyak digunakan dalam penanganan limbah cair karena prosesnya yang sangat mudah serta tidak menghasilkan limbah lain setelah penggunaan. Elektron (e⁻) dan hole (h⁺) pada katalis akan ikut terlibat akibat adanya cahaya sehingga akan terjadi reaksi redoks [16]. Dengan proses fotokatalisis, nanokomposit ZnO/NiFe₂O₄ yang terbentuk dapat diaplikasikan pada limbah cair industri tekstil yang mengandung zat warna metilen biru. Metilen biru ini banyak digunakan dan termasuk ke dalam zat warna organik dengan struktur aromatik yang sulit diurai secara alami, resisten, toksik dan mencemari lingkungan. Harga yang murah dan mudah didapat menjadikan metilen biru banyak digunakan sebagai zat warna. Adapun ketika limbahnya dibuang ke perairan maka akan mengakibatkan terganggunya ekosistem perairan.

Dengan adanya permasalahan tersebut, nanokomposit ZnO/NiFe₂O₄ hasil sintesis dari limbah baterai dikarakterisasi dengan XRD dan SEM untuk mengkonfirmasi terkait struktur dan morfologi. Selanjutnya senyawa yang terbentuk digunakan untuk proses fotokatalisis zat warna metilen biru dengan bantuan sinar tampak.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang di atas maka permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana nanokomposit ZnO/NiFe₂O₄ dapat disintesis dari limbah baterai dengan menggunakan metode *solid state*?
2. Bagaimana struktur dan morfologi ZnO/NiFe₂O₄ yang dihasilkan dari karakteristik XRD dan SEM?
3. Bagaimana kinerja nanokomposit ZnO/NiFe₂O₄ pada kondisi optimum dalam penurunan intensitas zat warna metilen biru secara fotokatalisis?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian akan dibatasi pada beberapa masalah berikut:

1. Prekursor Zn dan Fe yang digunakan berasal dari limbah baterai primer Zn-C 1,5 Volt dan prekursor Ni berasal dari NiCl₂.6H₂O,
2. Karakterisasi yang dilakukan ialah dengan menggunakan instrumen XRD dalam penentuan struktur kristal dan instrumen SEM untuk mengetahui morfologi dari nanokomposit ZnO/NiFe₂O₄,
3. Aplikasi fotodegradasi dilakukan dengan variasi komposisi nanokomposit ZnO/NiFe₂O₄ (1:2, 1:1, dan 2:1 mol), massa nanokomposit (10, 30, 50, 70, dan 90 mg), lama waktu penyinaran (60, 90, 120, 150, dan 180 menit), konsentrasi zat warna metilen biru (10, 15, 20, 25 dan 30 ppm), dan pH metilen biru (3, 5, 7.9, dan 11).

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang diajukan, tujuan dilakukannya penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Untuk mengidentifikasi proses sintesis nanokomposit ZnO/NiFe₂O₄ dari limbah baterai dengan menggunakan metode *solid state*,
2. Mengidentifikasi struktur dan morfologi dari nanokomposit ZnO/NiFe₂O₄ yang dihasilkan dari karakterisasi XRD dan SEM,

3. Mengidentifikasi kinerja nanokomposit ZnO/NiFe₂O₄ dalam mendegradasi zat warna metilen biru dengan bantuan sinar tampak.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi mengenai pemanfaatan limbah baterai bekas untuk proses sintesis ZnO/NiFe₂O₄ dalam proses uji penurunan intensitas zat warna metilen biru yang kedepannya dapat menyelesaikan permasalahan lingkungan yang diakibatkan oleh limbah zat cair. Adanya kajian dengan metode ini diharapkan akan ada alternatif lain yang dapat menurunkan intensitas zat warna berbahaya dengan biaya yang murah dan lebih efisien lagi terhadap limbah zat warna cair metilen biru.

