

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil mengandung bahan-bahan yang berbahaya bila dibuang ke lingkungan, terutama lingkungan perairan. Limbah industri tekstil yang dihasilkan berupa limbah zat warna sintetik seperti *Rhodamine B* yang tergolong pada senyawa organik heterosiklik azo yang bersifat racun, karsinogenik dan mutagenik [1]. Di dalam *rhodamine B* terkandung senyawa klorin dan senyawa pengalkilasi ($\text{CH}_3\text{-CH}_3$) yang bersifat radikal dan reaktif yang mana jika masuk ke dalam tubuh akan berusaha mengikat lemak, DNA, protein, dan molekul lain dalam tubuh [2].

Berbagai metode telah dikembangkan untuk menghilangkan kontaminan zat warna dari air limbah, seperti koagulasi/flokulasi [3], ozonasi [4], dan biologis [5]. Namun metode tersebut memiliki kekurangan seperti menghasilkan lumpur yang harus dibuang kembali setelah proses koagulasi, memerlukan biaya operasionalnya yang cukup tinggi pada proses ozonasi, membutuhkan area yang luas dan memiliki keterbatasan dalam mendegradasi zat organik berstruktur kompleks oleh mikrobiologis. Sehingga metode alternatif yang banyak digunakan untuk mendegradasi kontaminan senyawa *rhodamine B* yaitu adsorpsi [6] dan fotokatalisis [7]. Adsorpsi merupakan metode pemisahan dengan proses transfer massa adsorbat dalam larutan ke permukaan adsorben yang mana molekul-molekul yang teradsorpsi tersebut akan menahan molekul lain sehingga membentuk lapisan multimolekul, sedangkan fotokatalisis merupakan metode degradasi senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana dan lebih aman untuk lingkungan dengan memanfaatkan cahaya, baik cahaya ultraviolet maupun cahaya tampak, sebagai sumber emisi dalam mengaktivasi katalis untuk proses degradasinya. Teknik adsorpsi dan fotokatalis ini akan menjadi topik utama pada penelitian ini.

Dalam beberapa tahun terakhir, oksida logam semikonduktor dengan celah pita yang sesuai telah menarik perhatian ilmiah yang cukup besar untuk penggunaannya dalam bidang fotokatalisis [8]. Senyawa logam oksida yang telah terbukti dapat berguna sebagai fotokatalis diantaranya ZnO [9], TiO_2 [10], SnO_2 [11], Fe_2O_3 [12] dan banyak juga yang membuat nanokomposit [13] dari beberapa

senyawa guna memperoleh hasil yang lebih baik dari senyawa dasarnya, serta tak sedikit juga yang mendoping dengan logam lain. Secara khusus, ZnO mewakili kelas baru semikonduktor yang telah diteliti secara ekstensif, karena fotosensitifitasnya yang relatif tinggi, tidak beracun, stabilitas fotokimia, dan biaya rendah [14]. Namun, aktivitas fotokatalitiknya di bawah sinar tampak terus menerus sangat dibatasi oleh rekombinasi pembawa mutan yang cepat dan perilaku fotokorosi yang menyebabkan efisiensi fotodegradasi berkurang secara signifikan [15]. Dua dari metode yang paling efektif untuk memecahkan tantangan tersebut adalah pencampuran dengan bahan akseptor elektron dan modifikasi permukaan [16].

Berbagai pendekatan telah dikembangkan untuk mengatasi tantangan tersebut, seperti mengendalikan morfologi dan cacat kristal ZnO, dengan mendoping atau memasukkan semikonduktor celah pita sempit lainnya ke dalam ZnO [17], dan memodifikasinya dengan bahan karbon untuk membentuk komposit ZnO biner [18]. Dari pendekatan ini, hibridisasi ZnO dengan bahan karbon telah terbukti menjadi metode yang sederhana namun efektif untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik ZnO. Di satu sisi, bahan karbon, seperti tabung nano karbon dan graphene, karena konduktivitas listriknya yang sangat baik, dapat berfungsi sebagai reservoir untuk elektron yang difotogenerasi dan memungkinkannya untuk dipindahkan dari ZnO, menghasilkan peningkatan masa pakai elektron. Sebaliknya, jika bahan karbon yang digunakan memiliki kemampuan untuk menyerap cahaya di daerah ultraviolet (UV) atau tampak, ia sendiri dapat bertindak sebagai fotosensitizer untuk elektron yang dihasilkan, sehingga meningkatkan jumlah fotoelektron yang tersedia untuk berpartisipasi dalam fotoreaksi. Selain itu, bahan karbon juga dapat meningkatkan jumlah molekul organik yang teradsorpsi ke permukaan fotokatalis, karena kesamaan dalam struktur ikatan sp^2 karbon dalam bahan karbon dan dalam molekul organik dan karena dari luas permukaan spesifik yang tinggi dari bahan karbon. Jadi, hibrida ZnO-karbon telah menarik banyak perhatian untuk digunakan dalam fotodegradasi polutan organik.

Bahan karbon yang akan digunakan sebagai basis komposit semikonduktor ZnO yaitu Graphena Oksida Quantum Dots (GOQDs), yang merupakan bahan graphena oksida dengan memiliki struktur berlapis intrinsik dari graphene di

sepanjang bidang lateral dan gugus fungsi yang mengandung oksigen pada permukaan dan tepinya. Karakteristik struktural ini memberi banyak sifat luar biasa, termasuk stabilitas termal dan kimia yang tinggi, kekuatan mekanik yang tinggi, luas permukaan spesifik yang besar, konduktivitas elektron yang baik, dan kelarutan yang baik dalam air. Graphena oksida quantum dot (GOQDs) memiliki keunggulan dalam hal luas permukaan yang besar [19], mobilitas transportasi pengangkut yang tinggi [20], fleksibilitas mekanis yang unggul [21], stabilitas termal atau kimia yang sangat baik [22], nontoksisitas kelarutan yang baik [23], fotoluminesensi stabil dan pencangkakan permukaan yang lebih baik [24], sehingga menjadikannya kandidat material yang menjanjikan sebagai basis komposit biner. Selain itu, penemuan sintesis multigram satu langkah graphena oksida quantum dot (GOQDs) baru-baru ini dari batu bara dan sumber karbon lainnya membuka kemungkinan produksi industri skala besar.

Graphena oksida quantum dot (GOQDs) adalah lembaran graphene yang lebih kecil dari 100 nm [25]. Graphena oksida quantum dot (GOQDs) baru-baru ini dilaporkan dapat diterapkan di berbagai bidang seperti perangkat fotovoltaik [26] dan penelitian elektronik, optoelektronik, dan sensor [27]. Graphena oksida quantum dot (GOQDs) juga telah digunakan untuk fotokatalisis [28] karena stabilitas kimianya, konduktivitas yang sesuai, biokompatibilitas yang baik, dan toksisitas rendah. Juga, graphena oksida quantum dot (GOQDs) bersifat photoexcited, yaitu akseptor elektron dan donor yang sangat baik. Selain itu, graphena oksida quantum dot (GOQDs) dapat dipelajari sebagai fotokatalis nano induksi cahaya tampak baru dan efisien karena celah pita mereka sesuai dengan spektrum cahaya tampak, membuatnya aktif di bawah cahaya tampak. Graphena oksida quantum dot (GOQDs) sebagai bahan nano yang efisien untuk degradasi pewarna polutan organik berdasarkan perilaku fotokatalitik graphena oksida quantum dot (GOQDs) di bawah iradiasi cahaya tampak. Untuk mendapatkan material graphena oksida quantum dot (GOQDs) ada beberapa metode sintesis, diantaranya dengan pendekatan *top-down* dan *bottom-up* [29]. Dalam pendekatan *top-down*, graphena oksida quantum dot (GOQDs) dimensi-nol disintesis dan dibuat dari bahan sumber karbon tertentu (CF, GO, GNR) dengan berbagai variasi metode, seperti metode litografi berkas elektron [30], oksidasi kimia [31],

solvothermal [32], hidrotermal [33], mikrofluidasi [34], dan metode elektrokimia [35]. Pendekatan *bottom-up*, graphena oksida quantum dot (GOQDs) dimensi-nol disintesis dengan berbagai variasi metode, seperti metode *Microwave-Hydrothermal* [36], fungsionalisasi [37], *doping* unsur logam [38], oksidasi asam, dan pirolisis langsung [39].

Beberapa komposit ZnO dengan aktivitas fotokatalitik yang tinggi telah disintesis dan digunakan untuk fotodegradasi polutan organik. Namun, sedikit perhatian telah diberikan pada penggunaan larutan yang mengandung GOQDs sebagai pelarut kation logam, meskipun GOQDs menunjukkan elektronegativitas tinggi yang dihasilkan dari gugus oksigen permukaannya, yang juga dapat bertindak sebagai situs penahan untuk kation. Pada penelitian ini dilakukan sintesis material komposit GOQDs/ZnO dengan bahan baku GOQDs dari sumber karbon $C_3H_5O(COOH)_3$ dengan metode pirolisis dan hidrotermal, sedangkan ZnO dari $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ dengan metode sol-gel. Setelah komposit GOQDs/ZnO hasil metode dispersi padat-cair diperoleh, karakteristik hasil sintesis ini dikarakterisasi dengan instrument seperti *Scanning Electron Microscopy* (SEM), X-Ray Diffraction (XRD), *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *photoluminescence*, spektrofotometer UV-Vis, aktivitas adsorpsi dan fotokatalitik dari GOQDs/ZnO diselidiki dengan pengujian degradasi larutan zat warna *rhodamine B*.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana proses sintesis komposit graphena oksida quantum dot (GOQDs) / ZnO ?
2. Bagaimana karakteristik komposit graphena oksida quantum dot (GOQDs) / ZnO hasil sintesis ?
3. Bagaimana hasil pengujian adsorpsi dan fotokatalitik komposit graphena oksida quantum dot (GOQDs) / ZnO pada proses degradasi larutan zat warna *rhodamine B*?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Proses sintesis GOQDs dilakukan dengan metode Bottom Up, yaitu metode pirolisis dan hidrotermal dengan sumber karbonnya yaitu $C_3H_5O(COOH)_3$.
2. Proses sintesis ZnO nanopartikel dilakukan dengan metode sol-gel.
3. Proses sintesis komposit GOQDs/ZnO dilakukan dengan metode dispersi padat-cair.
4. Karakteristik GOQDs hasil sintesis dianalisis dengan menggunakan FTIR, Spektrofotometer UV-Vis dan Spektrofotoluminisens
5. Karakteristik komposit GOQDs/ZnO dianalisis dengan menggunakan FTIR, XRD dan SEM
6. Pengujian aktivitas adsorpsi dan fotokatalitik GOQDs/ZnO diuji dengan menggunakan proses degradasi zat warna *rhodamine B* di bawah sinar tampak, kemudian diuji absorbansinya dengan Spektrofotometer UV-Vis.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengetahui proses sintesis komposit GOQDs/ZnO.
2. Untuk mengetahui karakteristik GOQDs hasil sintesis berdasarkan hasil karakterisasi FTIR, Spektrofotometer UV-Vis dan Spektrofotoluminisens, dan mengetahui karakteristik komposit GOQDs/ZnO hasil sintesis berdasarkan hasil karakterisasi FTIR, XRD, dan SEM.
3. Untuk mengetahui hasil pengujian adsorpsi dan fotokatalitik komposit GOQDs/ZnO pada proses degradasi zat warna *rhodamine B* di bawah sinar tampak.

1.5 Manfaat Penelitian

.Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi untuk pendidikan, instansi dan bidang lainnya diantaranya :

1. Hasil penelitian diharapkan dapat menambah wawasan khususnya mengenai proses sintesis komposit GOQDs/ZnO.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada upaya pemanfaatan komposit GOQDs/ZnO sebagai material alternatif untuk mengurangi pencemaran lingkungan khususnya pencemaran oleh zat warna dalam perairan.

