

TESIS

**KINERJA FOTOKATALIS ZnO DOPING SERIUM DENGAN METODE
SINTESIS KOPRESIPITASI PADA RADIASI CAHAYA TAMPAK**

ANDI USWATUN HASANAH

H032221006



PROGRAM STUDI MAGISTER FISIKA

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

**KINERJA FOTOKATALIS ZnO DOPING SERIUM DENGAN METODE SINTESIS
KOPRESIPITASI PADA RADIASI CAHAYA TAMPAK**

T E S I S



*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister Sains
pada Program Studi Magister Fisika Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

ANDI USWATUN HASANAH

H032221006

**PROGRAM STUDI MAGISTER FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**KINERJA FOTOKATALIS ZnO DOPING SERIUM DENGAN METODE SINTESIS
KOPRESIPITASI PADA RADIASI CAHAYA TAMPAK**

Disusun dan diajukan oleh

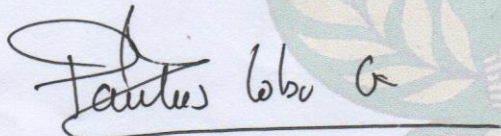
ANDI USWATUN HASANAH

H032221006

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Ujian yang Dibentuk Dalam Rangka Penyelesaian
Studi Program Magister Program Studi Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
Pada Tahun 2023
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Kelulusan

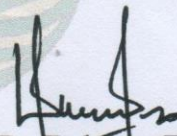
Menyetujui

Penasehat Utama,



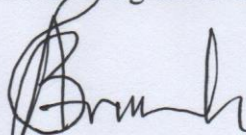
Prof. Dr. Paulus Lobo Gareso, M.Sc.
NIP. 19650305 199103 1 008

Penasehat Pendamping,



Prof. Dr. Dahlan Tahir, M.Si.
NIP. 19750907 200003 1 006

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Ir. Bidayatul Armynah, M.T.
NIP. 19630830 18903 2 001

Dekan Fakultas,



Dr. Eng. Amiruddin, M.Si.
NIP. 19720515 199702 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Uswatun Hasanah
NIM : H032221006
Program Studi : Fisika
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

KINERJA FOTOKATALIS ZnO DOPING SERIUM DENGAN METODE SINTESIS KOPRESIPITASI PADA RADIASI CAHAYA TAMPAK

Adalah karya tulisan saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi tesis ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut,

Makassar, 29 November 2023

Yang Menyatakan,



Andi Uswatun Hasanah

ABSTRAK

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh pestisida, pewarna dan logam berat dalam air telah menarik perhatian peneliti dibidang remediasi lingkungan. Kualitas air akan menurun ketika senyawa beracun seperti pewarna yang larut, mengendap dan merusak ekosistem. Metode pengolahan air limbah tradisional tidak efisien karena menyebabkan polusi sekunder dan mahal. Fotokatalis hadir sebagai teknik yang menarik untuk mengubah sinar matahari alami atau penerangan dalam ruangan buatan menjadi energi kimia untuk menghilangkan polutan organik. Penelitian ini menggunakan bahan ZnO murni dan ZnO doping serium dengan variasi persentase 1%, 3% dan 5% dengan menggunakan metode sintesis kopresipitasi. Sampel di karakterisasi dengan XRD dan FT-IR. Kinerja fotokatalis ZnO dan ZnO-Ce diuji dengan Congo Red dibawah radiasi cahaya tampak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fotokatalis ZnO-1%Ce memiliki persen degradasi yang paling baik. Sampel ZnO yang tidak didoping menghilangkan warna larutan selama 20 menit dengan efisiensi 97,870%. Sedangkan sampel ZnO yang didoping 1% serium memiliki efisiensi 98,862% selama 10 menit. Secara keseluruhan, penelitian ini mengatasi masalah dengan mendegradasi pewarna CR menggunakan material katalis yang mampu bekerja pada cahaya tampak

Kata kunci: Fotokatalis, *Congo Red*, ZnO-Ce, Kopresipitasi, Cahaya Tampak

ABSTRACT

Environmental pollution caused by pesticides, dyes and heavy metals in water has attracted the attention of researchers in the field of environmental remediation. Water quality will decline when toxic compounds such as dyes dissolve, precipitate and damage the ecosystem. Traditional wastewater treatment methods are ineffective as they cause secondary pollution and are expensive. Photocatalysts present as an attractive technique to convert natural sunlight or artificial indoor illumination into chemical energy to remove organic pollutants. This study uses pure ZnO and cerium doped ZnO materials with percentage variations of 1%, 3% and 5% using the co-precipitation synthesis method. The samples were characterized by XRD and FT-IR. The performance of ZnO and ZnO-Ce photocatalysts was tested with Congo Red under visible light radiation. The results showed that ZnO-1%Ce photocatalyst had the best percent degradation. The undoped ZnO sample removes the color of the solution for 20 minutes with an efficiency of 97.870%. While the 1% cerium-doped ZnO sample had an efficiency of 98.862% for 10 minutes. Overall, this research addresses the problem of degrading CR dye using a catalyst material capable of working in visible light.

Keywords: *Photocatalyst, Congo Red, ZnO-Ce, Co-precipitation, Visible Light.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Alhamdulillah Robbil'alamin puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah 'Azza wa Jalla atas cinta kasih-Nya yang selalu tercurah pada kita semua, atas rahmat-Nya dan hidayah-Nya lah sehingga kita masih bisa menapaki setiap episode hidup yang telah ditetapkan-Nya. Shalawat dan salam senantiasa kita panjatkan kepada kekasih Allah 'Azza wa Jalla. **Baginda Muhammad Shallallahu'alaihi wa Sallam**. Alhamdulillah berkat petunjuk dan kemudahan-Nya penulis akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul "**Kinerja Fotokatalis ZnO Doping Serium dengan Metode Kopresipitasi pada Radiasi Cahaya Tampak**" sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Magister program studi Fisika di Universitas Hasanuddin. Salah satu dari sekian banyak pertolongan-Nya adalah telah digerakkan hati sebagian hamba-Nya untuk membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan penghargaan dan banyak ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada mereka yang telah memberikan andilnya sampai tesis ini dapat diselesaikan. Penulis menyampaikan terima kasih yang terkhusus, teristimewa dan setulus-tulusnya kepada Suami, Ayahanda dan Ibunda tercinta (Muh. Syihab Iqbal, Zainuddin dan Andi Hastuti) yang telah segenap hati dan jiwanya mencurahkan kasih sayang serta doanya yang tiada henti-hentinya demi kebaikan, keberhasilan dan kebahagiaan penulis, sehingga penulis bisa menjadi orang yang seperti sekarang ini. Penulis menyadari bahwa tesis ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak dengan penuh keikhlasan dan ketulusan hati. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. **Prof. Dr. Paulus Lobo Gareso** pembimbing utama yang dengan penuh ketulusan hati meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing, mengarahkan dan memberi motivasi kepada penulis agar dapat menyelesaikan tesis ini dengan hasil yang baik
2. **Prof. Dr. H. Dahlang Tahir, M.Si.** selaku pembimbing pertama yang dengan penuh ketulusan hati telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran serta penuh kesabaran untuk terus membimbing, mengarahkan dan juga mengajarkan

kepada penulis dalam setiap tahap penyusunan tesis ini sehingga dapat selesai dengan baik.

3. **Prof. Dr. Ir. Bidayatul Armynah, M.T, Prof. Dr. Nurlela Rauf, M.Sc., dan Prof. Dr. Tasrief Surungan, M.Sc** selaku penguji yang senantiasa memberikan masukan, kriktilan dan motivasi dalam perbaikan tesis ini.
4. Bapak **Heryanto** yang telah membantu dalam memberi arahan dan membantu dalam pengujian sampel.
5. Kakak **Inayatul Mutmainna** yang selalu memberikan bantuan selama proses penelitian, persentase, pengolahan data dan masukan-masukan yang bermanfaat.
6. Bapak/Ibu Staf Pegawai FMIPA UNHAS, terutama Staf Departemen Fisika; **Pak Syukur, Ibu Evi dan Kakak Rana** yang selalu membantu selama proses administrasi di departemen hingga kampus dan keramahan serta cemilannya.
7. Teman-teman seperjuangan Magister Fisika 2022 (**Kak Febri, Kak Fahrul, Kak Linda, Kak Ime, Kak Asdar, Kak Inra, Ola, Ardi, Nita, Itto, Reni dan Nunu**), terima kasih atas dukungannya, semangatnya, dan doanya.
8. Adik-adik angkatan 18 (**Syarif, Azlan, Nasroh dan Sahrul**), terima kasih karena selalu membantu selama penelitian dan selalu direpotkan penulis selama proses ujian.
9. Kakak, adik, dan saudara ipar yang selalu mendoakan, dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
10. **Uci dan Farah**, terima kasih karena sudah menjadi tempat keluh kesah penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
11. **Dinda, Yaumul, dan Novi**, terima kasih akan doanya selalu, serta semangat-semangat yang diberikan kepada penulis.
12. **Andi Uswatun Hasanah**, terima kasih untuk suka dan duka, untuk tidak pernah menyerah, sabar dalam menghadapi semua masalah, dan telah lapang menerima segala hal yang bukan menjadi takdir.
13. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan serta doa sehingga tesis ini dapat terselesaikan.

Harapan dari penulis, hasil penelitian yang telah dilakukan semoga dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca. Penulis juga mengakui bahwa dalam penyusunan tugas akhir (tesis) ini masih banyak terdapat kekurangan, olehnya itu untuk menjadikan tulisan ini lebih baik, menulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga apapun yang kita lakukan selama ini diridhai oleh Allah ‘Azza wa Jalla. Aamiin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 30 November 2023



Andi Uswatun Hasanah

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| SAMPUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN TESIS | ii |
| PERNYATAAN KEASLIAN | iii |
| ABSTRAK | iv |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| I.1 Latar Belakang | 1 |
| I.2 Rumusan Masalah | 4 |
| I.3 Tujuan Penelitian..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| II.1. Fotokatalis..... | 5 |
| II.2 ZnO sebagai Fotokatalis | 5 |
| II.3 Fotokatalis ZnO doping Serium..... | 6 |
| II.4 <i>Congo Red</i> (CR) $C_{32}H_{22}N_6Na_2O_6S_2$ | 6 |
| II.5 Metode Kopresipitasi..... | 7 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 8 |
| III.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan | 8 |
| III.2 Alat dan Bahan | 8 |
| III.2.1 Alat | 8 |
| III.2.2 Bahan..... | 8 |
| III.3 Prosedur Penelitian..... | 9 |
| III.3.1 Preparasi Material | 9 |
| III.3.2 Preparasi Polutan..... | 10 |
| III.4 Mekanisme Fotokatalis..... | 10 |
| III.6 Karakterisasi Material | 11 |
| III.8 Bagan Alir Penelitian..... | 12 |

| | |
|--|----|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 13 |
| IV.1 Analisis X-Ray Fluorescence (XRF) | 13 |
| IV.2 Analisis X-Ray Diffraction (XRD)..... | 13 |
| IV.2 Analisis Fourier Transform Infrared (FTIR)..... | 15 |
| IV.3. Analisis Fotokatalis..... | 16 |
| BAB V PENUTUP | 21 |
| V.1 Kesimpulan | 21 |
| V.2 Saran | 21 |
| DAFTAR PUSTAKA | 22 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Mekanisme Fotokatalis. | 6 |
| Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian. | 12 |
| Gambar 4.1. Spektra X-Ray Diffraction (XRD) (a) Spektra X-Ray Diffraction (XRD), (b) Pembesaran spektra pada $2\theta=35,8^\circ - 37^\circ$, dan (c) Ukuran kristal untuk material ZnO, ZnO/1%Ce, ZnO/3%Ce, dan ZnO/5%Ce..... | 14 |
| Gambar 4.2. Spektra <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) untuk material ZnO, ZnO-1%Ce, ZnO-3%Ce dan ZnO-5%Ce..... | 15 |
| Gambar 4.3. (a) Spektra absorbansi hasil pengujian fotokatalis dan (b) Diagram persentase degradasi Congo Red (25 mg/1000 ml, 30 mg/1000 ml, dan 35 mg/1000 ml) menggunakan material ZnO, ZnO-1%Ce, ZnO-3%Ce dan ZnO-5%Ce..... | 17 |
| Gambar 4.4. (a) Diagram aktivitas fotokatalis dan (b) diagram laju kinetik fotodegradasi Congo Red (25 mg/1000 ml, 30 mg/1000 ml, dan 35 mg/1000 ml) menggunakan material ZnO, ZnO-1%Ce, ZnO-3%Ce dan ZnO-5%Ce..... | 19 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3.1. Kode material dan konsentrasi polutan pada proses fotokatalis. | 10 |
| Tabel 4.1. Persentase unsur kimia setelah melakukan metode kopresipitasi... | 13 |
| Tabel 4. 2. Persentase degradasi Congo Red (25 mg/1000 ml, 30 mg/1000 ml, dan 35 mg/1000 ml) menggunakan material ZnO, ZnO-1%Ce, ZnO-3%Ce dan ZnO-5%Ce | 18 |
| Tabel 4.3. Laju kinetik fotodegradasi (k_r) degaradasi Congo Red Congo Red (25 mg/1000 ml, 30 mg/1000 ml, dan 35 mg/1000 ml) menggunakan material ZnO, ZnO-1%Ce, ZnO-3%Ce dan ZnO-5%Ce | 20 |

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Jumlah penduduk dan berkembangnya bidang industri berdampak pada pencemaran lingkungan terutama pada pencemaran air [1]. Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh pestisida, pewarna dan logam berat dalam air telah menarik perhatian peneliti dibidang remediasi lingkungan [2]. Oleh karena itu, merupakan tantangan besar bagi komunitas ilmiah di dunia untuk memeriksa dan mengurangi pencemaran air [3].

Kualitas air akan menurun ketika senyawa beracun seperti pewarna yang larut, mengendap dan merusak ekosistem [4]. Jenis limbah yang sering dijumpai adalah pewarna yang sebagian besar berasal dari industri tekstil. Limbah pewarna ini tidak dapat terurai secara hayati karena molekulnya yang rumit dan bersifat stabil [5]. Selain itu pewarna ini diketahui beracun dan bersifat karsinogenik. Bahkan pewarna ini mampu mempengaruhi kesehatan manusia walaupun dalam konsentrasi yang rendah [6]. Sehingga penghapusan pewarna yang berbahaya ini dari air adalah masalah yang penting [7].

Metode pengolahan air limbah tradisional tidak efisien untuk menghilangkan zat organik dari industri tekstil atau industri lain yang menggunakan zat pewarna [8]. Metode seperti adsorpsi, koagulasi, biodegradasi, klorinasi, dan ozinasi [9]. Teknik yang paling umum digunakan adalah adsorpsi dan koagulasi, namun metode tersebut menimbulkan masalah baru yang hanya memindahkan polutan dari fase cair ke padat [10]. Sehingga dapat menyebabkan polusi sekunder dan memerlukan penanganan lebih lanjut [10]. Selain itu beberapa teknik juga mahal dan tidak dapat diakses oleh masyarakat [11].

Dari berbagai metode pengolahan air limbah, fotokatalis hadir menawarkan beberapa keuntungan seperti penghapusan pewarna yang mudah, dan dapat digunakan kembali tanpa menyebabkan kerusakan lingkungan [12]. Fotokatalis telah diselidiki sebagai teknik yang sangat efisien untuk berbagai proses yang

diinduksi oleh cahaya seperti mineralisasi bahan organik, anorganik dan biologis beracun [13].

Fotokatalis berbasis semikonduktor telah muncul sebagai teknik yang paling menarik untuk mengubah sinar matahari alami atau penerangan dalam ruangan buatan menjadi energi kimia untuk menghilangkan polutan organik [14]. Saat ini, beberapa semikonduktor telah terbukti menjadi fotokatalis yang efisien [15]. Diantara fotokatalis semikonduktor, ZnO adalah kandidat yang berpotensi karena kelimpahannya, tidak beracun, murah, dan metode sintesisnya fleksibel [16][17].

ZnO adalah bahan semikonduktor celah pita yang lebar (3,37 eV) dan energi pengikat eksiton yang besar (60 meV) pada suhu kamar [18]. ZnO memiliki penyerapan yang lebih tinggi dan efisien di sebagian besar spektrum cahaya matahari [19]. ZnO dapat menyerap sinar UV dengan panjang gelombang yang sama atau kurang dari 385 nm [20]. Akan tetapi sinar UV pada spektrum cahaya matahari hanya terdiri dari 5-7%, sedangkan 46% dan 47% dari spektrum berupa cahaya tampak dan radiasi infra merah [21]. Tingkat minimal sinar UV dalam spektrum cahaya matahari ini secara khusus mengesampingkan penggunaan sumber cahaya alami untuk dekomposisi fotokatalitik zat pewarna [22]. Meningkatkan efisiensi ZnO dengan memperluas respon fotonnya dari wilayah UV ke wilayah cahaya tampak yang memungkinkan lebih banyak foton yang diserap dan digunakan dalam mengurai polutan [23]. Sehingga penggunaan ZnO sebagai fotokatalis semikonduktor perlu dimaksimalkan pada spektrum yang berupa cahaya tampak [24].

ZnO memiliki kapasitas fotokatalitik yang tinggi untuk menguraikan polutan organik yang mudah menguap menjadi CO₂ dan H₂O [25]. Namun ZnO sebagai fotokatalis memiliki beberapa kekurangan. Pertama, lemah pada wilayah cahaya tampak kemudian membatasi aplikasi praktisnya [26][27]. Kedua, efisiensi degradasi polutan organik rendah disebabkan oleh sangat cepatnya rekombinasi pasangan elektron-lubang [28]. Keterbatasan ini dapat ditingkatkan dengan menggunakan beberapa pendekatan seperti doping dengan logam dan non logam, co-doping, dan fabrikasi komposit [29][30]. Selain itu pendekatan tersebut juga dapat memperluas respon foton ke wilayah cahaya tampak [31].

Dari beberapa pendekatan yang di tawarkan, cara doping adalah yang paling efisien untuk dilakukan [32]. Doping adalah proses penambahan zat dalam senyawa kimia, dengan perbandingan komposisi tertentu untuk meningkatkan aktivitas dari senyawa tersebut [33]. Doping dapat dilakukan dengan menggunakan logam transisi, non-logam, dan logam tanah jarang [34].

Baru-baru ini, ditemukan bahwa memodifikasi ZnO dengan logam tanah jarang dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik [35]. Hal tersebut disebabkan karena logam tanah jarang memiliki sifat yang mampu meningkatkan penyerapan spektrum cahaya, efisiensi transfer muatan elektron-lubang, modifikasi struktur elektronik, stabilitas kimia dan termal, kemampuan aktivasi oksigen, pemilihan selektifitas reaksi, konduktivitas elektronik dan ionik, dan tingkat katalis aktivitas permukaan [36]. Penelitian terbaru melaporkan fotodegradasi *methylene blue dye* oleh *Dy-doped ZnO* [37], fotodegradasi *rhodamin B* oleh *La-doped ZnO* [38], fotokatalitik degradasi dari *sulfathiazole* (STZ) oleh *Ce-doped ZnO* [39].

Kemudian beberapa metode sintesis yang biasa digunakan dalam fotokatalis seperti metode sol-gel [40], *co-precipitation*, *wet chemical* [22], *sonochemical*, *hydrothermal* [41], *solvothermal* [42] dll. Metode *co-precipitation* merupakan metode yang sangat mudah dan nyaman [43]. Metode ini menguntungkan dari metode lain karena reagen dicampur pada tingkat molekuler. Sehingga ada pemantauan stoikiometri, kemurnian, homogenitas dan morfologi yang baik [44]. Metode ini menghindari langkah-langkah rumit seperti refluks alkoksida, yang memerlukan waktu lebih sedikit dibandingkan dengan metode lainnya [20]. Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai efek doping logam ZnO pada kinerja fotokataliknya, maka penulis memilih pembuatan ZnO yang didoping serium menggunakan metode sintesis kopresipitasi. Untuk mengevaluasi hal tersebut maka digunakan *congo red* sebagai bahan pewarna organik.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh doping serium terhadap efisiensi kinerja ZnO dalam menjernihkan limbah cair pada proses fotokatalis?
2. Bagaimana perubahan degradasi bahan organik polutan terhadap perubahan konsentrasinya?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh ZnO doping serium terhadap kinerjanya sebagai material solusi penanganan menjernihkan limbah cair pada proses fotokatalis.
2. Menganalisis perubahan degradasi bahan organik polutan terhadap perubahan konsentrasinya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Fotokatalis

Fotokatalis merupakan salah satu metode yang ramah lingkungan dan efisien yang dapat digunakan dalam pengaplikasian untuk mengatasi limbah organik pada lingkungan dengan cara mendegradasi limbah ketika menjadi molekul kecil, seperti CO₂ dan H₂O. Di bidang pengolahan air limbah, fotokatalis memiliki prospek aplikasi yang cukup luas karena mudah dilakukan [45]. Fotokatalisis merupakan metode yang menggunakan bantuan iradiasi cahaya untuk mengaktifkan katalis untuk memulai reaksi kimia yang dapat mempercepat proses pendegradasian air limbah. Semikonduktor merupakan material yang biasa digunakan sebagai katalis karena memiliki aktivitas fotokatalitik yang tinggi, sehingga memberikan efisiensi fotokatalitik yang lebih baik [46]. Contohnya Zinc Oxide (ZnO), Titanium Dioxide (TiO₂) dan Iron (III) Oxide (Fe₂O₃).

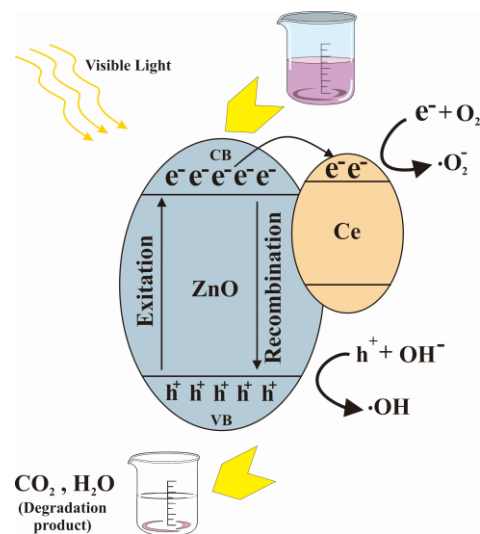
II.2 ZnO sebagai Fotokatalis

Seng oksida (ZnO) adalah bahan semikonduktor yang ramah lingkungan dan banyak tersedia di alam, ZnO memiliki karakteristik celah pita energi sebesar (3,36 eV) dan energi ikat eksiton yang besar (60 meV) pada suhu ruang [47]. Sebagai bahan semikonduktor, ZnO memiliki potensi pengaplikasian dalam berbagai bidang seperti optik, elektronik, biosensor, fotokatalitik, sel surya, mikroelektronika, penginderaan, perbaikan lingkungan, biomedis [48].

ZnO menampilkan efisiensi fotokonduktivitas yang baik di wilayah tampak yang sangat berguna untuk aplikasi fotokatalis [49], meski demikian efisiensi dari fotokatalis terbatas dikarenakan celah pita energi yang besar yang membatasi penggunaan cahaya tampak mengakibatkan kinerja material berkurang [50]. ZnO membutuhkan konduktivitas tertentu untuk meningkatkan mobilitas pasangan *electron-hole* dan meningkatkan penyerapan cahaya. Untuk meningkatkan konduktivitas dari ZnO dapat menggunakan dopan dari berbagai unsur baik logam maupun *non-logam* [51].

II.3 Fotokatalis ZnO doping Serium

Pada mekanisme degradasi nanopartikel ZnO yang didoping Serium, level 4f di Ce^{4+} memiliki peran penting dalam menghambat rekombinasi lubang elektron dengan menjebak elektron yang terfotoeksitasi [52]. Serium bertindak sebagai mediator elektronik untuk elektron foto-eksitasi dari pita konduksi ZnO dan oleh sebab itu ion Ce^{4+} berubah menjadi Ce^{3+} [53]. Jadi doping Ce berperan dalam mempercepat pergerakan foto elektron dan menginduksi pemisahan pasangan e^-/h^+ [54]. Doping Ce dalam keadaan oksidasi (Ce^{4+}) juga bertindak sebagai penangkap elektron yang berperan dalam menjebak elektron pita konduksi Ce-ZnO [55]. Mekanisme fotokatalik ditunjukkan oleh Gambar II.1.



Gambar 2.1. Mekanisme Fotokatalis.

II.4 Congo Red (CR) $C_{32}H_{22}N_6Na_2O_6S_2$

Congo Red (CR) merupakan pewarna diazo anionik berbasis benzidine yang paling umum di temukan di industri tekstil yang biasanya dibuang tanpa diolah [56]. Warnanya bergantung pada pH dan berubah dari biru menjadi merah pada kisaran pH 3.0-5.2 [57]. *Congo red* dapat dengan mudah larut dalam air, menimbulkan beberapa kesulitan saat dikeluarkan dari air yang terkontaminasi [58]. Pewarna ini secara struktural tahan terhadap oksidasi, biodegradasi, yang memungkinkannya bertahan untuk waktu yang lama di lingkungan [59]. Pewarna ini beracun dan karsinogenik, dan mempengaruhi mata, kulit, pernapasan, dan sistem reproduksi [60].

II.5 Metode Kopresipitasi

Metode kopresipitasi adalah pendekatan yang tidak mahal dan memungkinkan kita untuk mensintesis berbagai macam oksida logam kristal pada suhu rendah [61]. Metode kopresipitasi merupakan metode yang sangat mudah dan nyaman [62]. Metode ini memiliki potensi yang tinggi dan hemat energi [63]. Menghindari langkah-langkah yang rumit seperti refluks alkosida juga merupakan kelebihan dari metode ini [64]. Selain itu teknik ini menguntungkan dibandingkan dengan teknik yang lain karena reagen yang dicampur pada tingkat molekuler. Sehingga dapat dilakukan pemantauan pada stokiometri, kemurnian, homogenitas dan morfologi yang baik [65]. Satu-satunya kelemahan dari metode ini adalah bahwa semua kation harus memiliki produk kelarutan yang serupa [20].