

TESIS

**ANALISIS PENERAPAN SINTESIS NANOPARTIKEL ZnO/Mn PADA
SUHU RUANG MENGGUNAKAN *PULSED LASER ABLATION IN
LIQUID* (PLAL) UNTUK DEGRADASI ZAT WARNA LIMBAH
RHODAMINE 6G.**

Disusun dan diajukan oleh :

NADIA NURAFIAH SYAMSUR

H032 19 1 005

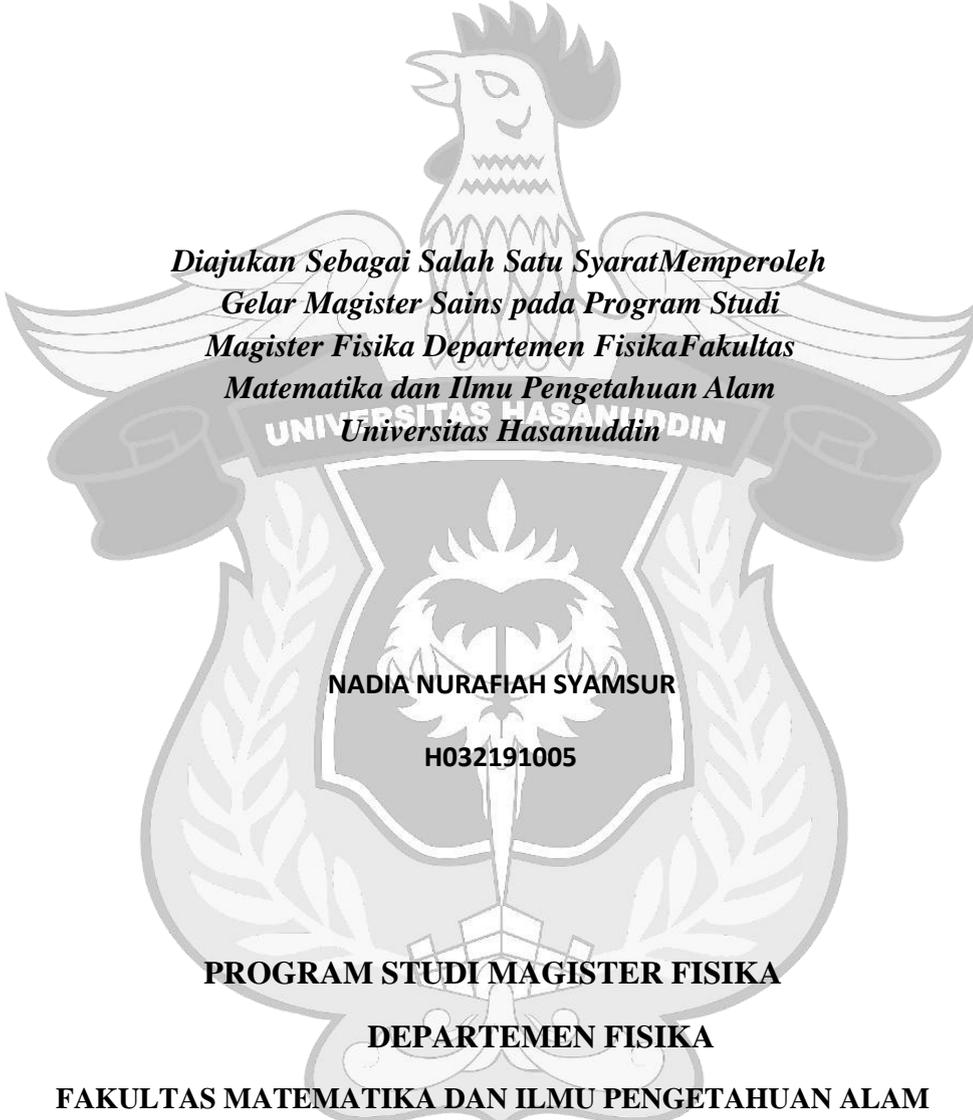


**PROGRAM STUDI MAGISTER FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

**ANALISIS PENERAPAN SINTESIS NANOPARTIKEL ZnO/Mn PADA
SUHU RUANG MENGGUNAKAN *PULSED LASER ABLATION IN
LIQUID* (PLAL) UNTUK DEGRADASI ZAT WARNA LIMBAH
RHODAMINE 6G.**

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*

NADIA NURAFIAH SYAMSUR

H032191005

PROGRAM STUDI MAGISTER FISIKA

DEPARTEMEN FISIKA

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**ANALISIS PENERAPAN SINTESIS NANOPARTIKEL ZnO/Mn PADA
SUHU RUANG MENGGUNAKAN *PULSED LASER ABLATION IN
LIQUID* (PLAL) UNTUK DEGRADASI ZAT WARNA LIMBAH
RHODAMINE 6G.**

Disusun dan diajukan oleh

**NADIA NURAFIAH S
H032191005**

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

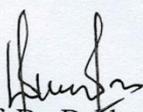
Pada tanggal 12 Agustus 2022

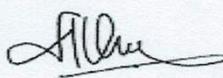
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


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


Dr. Nurfina Yudasari, M.Sc
NIP. 19870321 201012 2 003


Ketua Program Studi,
Dr. Ir. Bidayatul Armynah, MT
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 : Nadia Nurafiah Syamsur
NIM : H032191005
Program Studi : Fisika
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**ANALISIS PENERAPAN SINTESIS ZnO/Mn PADA SUHU RUANG
MENGUNAKAN *PULSED LASER ABLATION IN LIQUID* (PLAL)
UNTUK DEGRADASI ZAT WARNA LIMBAH RHODAMINE 6G.**

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, 15 Agustus 2022

Yang Menyatakan



NADIA NURAFIAH SYAMSUR

Abstrak

Kemampuan nanopartikel ZnO/Mn dalam mendegradasi Rhodamin 6G sebagai polutan dengan berbagai perlakuan seperti cahaya tampak, ultraviolet dan kondisi tanpa cahaya dipengaruhi oleh penambahan Mn dan ZnO itu sendiri. Nilai absorbansi terbaik diperoleh pada perlakuan aktivasi dengan sinar Ultraviolet. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu degradasi maka nilai absorbansinya semakin rendah sehingga persentase degradasinya juga meningkat, yaitu sekitar 89,474%, dan hal ini berlaku untuk setiap perlakuan aktivasi. Penambahan ZnO/Mn mempengaruhi proses degradasi karena berfungsi sebagai katalis yang berperan dalam membantu proses degradasi rhodamin 6G, selain itu senyawa ZnO juga memiliki energy gap dan energy exciton yang tinggi sehingga ZnO dapat teraktivasi dengan baik terutama oleh sinar UV. Selain penambahan ZnO, penambahan Mn mempengaruhi pembentukan radikal OH untuk mencegah terjadinya rekombinasi *elektron-hole* yang terbentuk akibat eksitasi yang akan berdampak pada proses degradasi fotokatalis. penambahan Mn juga mempengaruhi sifat optik dengan penurunan bandgap ZnO dari 3,35 eV menjadi 3,31 eV, perubahan ukuran kristal ZnO dari 11, 68 nm menjadi 13, 64 dan adanya perubahan morfologi ZnO.

Kata kunci: nanopartikel ZnO/Mn, ablasi laser, fotokatalitik, degradasi

Abstract

The ability of ZnO/Mn nanoparticles in degrading Rhodamine 6G as a pollutant with various treatments such as visible light, ultraviolet and no light conditions is influenced by the addition of Mn and ZnO itself. The best absorbance value was obtained in the activation treatment with Ultraviolet light. Based on these results, it can be concluded that the longer the degradation time, the lower the absorbance value so that the percentage of degradation also increases, which is about 89.474%, and this applies to each activation treatment. The addition of ZnO/Mn affects the degradation process because it functions as a catalyst that plays a role in helping the degradation process of rhodamine 6G, besides that ZnO compounds also have a high energy gap and exciton energy so that ZnO can be well activated, especially by UV light. In addition to the addition of ZnO, the addition of Mn affects the formation of OH radicals to prevent electron-hole recombination that is formed due to excitation which will have an impact on the photocatalyst degradation process. The addition of Mn also affected the optical properties with a decrease in the ZnO bandgap from 3.35 eV to 3.31 eV, a change in the crystal size of ZnO from 11.68 nm to 13.64 and a change in the morphology of ZnO.

Keywords: ZnO/Ag nanoparticles, laser ablation, photocatalytic, degradation

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah swt., atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, pemberian ilmu dan Manfaat-Nya serta segala Pertolongan dan Pengawasan-Nya sehingga penulis dapat menyusun tesis yang berjudul “*Analisis Penerapan Sintesis Nanopartikel ZnO/Mn Pada Suhu Ruang Menggunakan Pulsed Laser Ablation in Liquid (PLAL) Untuk Degradasi Zat Warna Limbah Rhodamine 6G*”. Tak lupa shalawat dikirimkan pada Baginda Nabi Muhammad SAW beserta para sahabat, yang membawa kita dari dunia yang buta akan pengetahuan hingga dunia yang sudah mulai berkembang dengan pengetahuan seperti saat ini, semoga syafaat dikaruniakan kepada kita semua. Aamiin

Penulis menyadari bahwa sejak penyusunan proposak sampai tesis ini rampung, banyak hambatan, rintangan dan halangan. Namun, berkat bantuan, motivasi dan doa dari berbagai pihak semua ini dapat teratasi dengan baik. Penulis juga menyadari bahwa tesis ini jauh dari kesempurnaan sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan tesis ini. Penulis berharap dengan selesainya tesis ini, bukanlah akhir dari sebuah karya, melainkan dari semuanya, awal dari sebuah perjuangan hidup. Penghargaan dan ucapan terimakasih setinggi-tingginya tak lupa penulis haturkan kepada

1. Kedua orang tua tercinta yaitu **ayahanda Syamsur, S.T.** dan **ibunda Sofiah Muddin** atas segala do'a dan dukungan yang tiada henti diberikan kepada penulis.
2. Bapak **Prof. Dr. Dahlang Tahir, M.Si.** selaku penasehat akademik sekaligus sebagai pembimbing selaku pembimbing. Terima kasih telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing, mendukung, dan memberi saran-saran kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian. Ibu **Nurfina Yudasari, S.Si., M.Sc.** selaku pembimbing. Terima kasih telah banyak meluangkan waktunya untuk atas arahan, bimbingan, ilmu, memberi saran-saran dan kepercayaan yang diberikan kepada penulis.
3. Bapak **Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc.**, bapak **Prof. Dr.**

Pauluas Lobo Gareso, M.Sc., dan Ibu **Prof. Dr. Sri Suryani, DEA** sebagai penguji tesis yang telah banyak memberikan masukan dan saran yang membangun untuk kesempurnaan tesis ini.

4. Seluruh **Bapak dan Ibu Dosen Departemen Fisika** Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah ikhlas, bersabar memberikan dan membagi ilmunya kepada penulis.
5. Seluruh **Pegawai dan Jajaran Staf Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam** atas bantuannya telah yang membantu penulis dalam menyelesaikan urusan-urusan akademik.
6. Terkhusus untuk kak **Inayatul Mutmainna, S.Si, M.Si** sebagai kakak dan **Roni Rahmat, S.Si** sebagai adik di Laboratorium Material . Terima kasih banyak atas bantuan, arahan, ilmu, keceriaan dan solusi yang selalu diberikan kepada penulis dari awal penelitian hingga penulisan tesis.
7. Terkhusus untuk **Lorna, S.Si., Sasa Harkiah, S.Si.**, dan **Nurul Amalia, S.Si, M.Si** yang telah banyak membantu penulis dalam hal penyusunan tesis, memberi semangat dan motivasi serta yang selalu menemani penulis dalam keadaan susah maupun senang.
8. Seluruh kakak-kakak S2 Fisika terkhusus kak **Rosmila, S.Si., M.Si**, kak **Madina S, Si., M.Si** dan kak **Nurjannah, S.Si., M.Si** yang selalu memberikan arahan kepada penulis selama penelitian dan penyelesaian tesis.
9. Seluruh anggota Laboratorium Material dan Energi terkhusus untuk kak **Inayatul Mutmainna, S.Si, M.Si**, **Andi Tessiwoja Tenri Ola, S.Si**, **Roni Rahmat, S.Si**, **Azlan, Nova Marlina, Maysarah A. Mallarangi, Rifkah, Fara, dan Ratih** yang selalu memberikan keceriaan ditengah tuntutan penyelesaian tesis.
10. Teman-teman seperjuangan Magister Fisika terkhusus **Lorna, S.Si, M.Si**, **Sasa Harkiah, S.Si**, **Nurul Amalia Humaera, S.Si, M.Si**, **Ainun Jariah, S.Si, M.Si**, **Kak Nurjannah S.Si., M.Si.**, **Nurul Awaliyah, S.Si., M.Si** dan **Destalina, S.Si, M.Si** yang telah memberi saran dan motivasi selama perkuliahan dan penyusunan tesis.

11. Seluruh teman-teman tercinta **Asiyanti Iskandar, S.E, M.M, dr. Zahrah Nurwahidah M, Fitriani S,S, Ashriah Amir dan Tiara Rizkyandini S,Sn** yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis dan memotivasi selama penyusunan tesis.
12. Terkhusus untuk **Andi Arfandy, S.Si** yang tanpa lelah selalu menemani dan mendukung penulis dalam penelitian dan penyelesaian tesis.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan semangat, motivasi dan saran sehingga tesis ini dapat terselesaian dengan baik. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan tanggapan baik saran ataupun kritik yang sifatnya membantu dan membangun dalam penyempurnaan tesis ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu dan semoga Allah SWT melimpahkan karunia-Nya dalam setiap amal kebaikan dan diberikan balasan. Aamiin.

Makassar, 2022

Nadia Nurafiah Syamsur

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar belakang	2
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Umum.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 <i>Zinc Oxide</i> (ZnO).....	4
II.2 Mangan(Mn)	5
II.3 Rhodamine	5

II.4 Fotokatalis.....	7
II.5 Metode Sintesis Partikel	8
BAB III.....	9
III.1 Waktu dan Tempat.....	9
III.2 Alat dan Bahan	9
III.2.1 Alat.....	9
III.2.2 Bahan	9
III.3 Prosedur Penelitian	10
III.4 Prosedur Kerja	11
III.4.1 Preparasi Sampel.....	11
III.4.2 Sintesis Larutan ZnO/Mn.....	11
III.4.3 Preparasi untuk Pengujian.....	12
III.4.4 Pengujian Fotokatalitik.....	13
III.4.5 Pengambilan data dan Karakterisasi sampel.....	14
III.4.5.1 Uji Spektrometer UV.....	14
III.4.5.2 Analisis XRD.....	14
III.4.5.3 Analisis FE-SEM-EDS	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
IV.1 Sintesis Nanopartikel ZnO penambahan Mn	15
IV.2 Analisis XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>).....	16
IV.3 Analisis Morfologi	19

IV.4 Analisis Bandgap	20
IV.5 Analisa Kemampuan Degradasi	23
BAB V PENUTUP.....	26
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Plat Zinc Oxide	3
Gambar 2.2 Diagram Skema Fotokatalitik	9
Gambar 3.1 Bagan Alir.....	11
Gambar 3.2 Ilustrasi Sintesis Nanopartikel ZnO/Mn	13
Gambar 3.3 Koloid nanopartikel ZnO, ZnO/Mn	13
Gambar 4.1 Koloid Nanopartikel ZnO/Mn	16
Gambar 4.2 Hasil Data XRD Nanopartikel ZnO/Mn	18
Gambar 4.3 Hasil Data FESEM Nanopartikel ZnO, ZnO/Mn	20
Gambar 4.4 Spektrum Absorbansi Nanopartikel ZnO/Mn.....	22
Gambar 4.5 <i>Bandgap</i> Nanopartikel ZnO/Mn	24
Gambar 4.6 Spektrum Absorbansi UV-Vis Degradasi Fotokatalitik dengan tiga kondisi (cahaya UV, cahaya tampak dan <i>dark</i>)	25
Gambar 4.7 Presentase degradasi aktifitas fotokatalitik.....	27
Gambar 4.8 Kinetika untuk degradasi pewarna rhodamine 6G oleh fotokatalis ZnO/Mn.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Ukuran Kristal ZnO, ZnO/Ag Nanopartikel.....	17
Tabel 4.2 Laju Kinetik (kr) dan Koefisien Relasi (R ²).....	17

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Alat dan Bahan.....	30
Lampiran B Analisis Data	32

BAB I

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan hidup merupakan salah satu topik utama yang banyak dibicarakan dalam dunia sains sekarang, salah satunya adalah pencemaran air. Sekitar 15% limbah dari industri tekstil yang menggunakan pewarna berbahaya, dibuang ke lingkungan yang dapat mencemari sumber daya air dan tanah, yang juga sangat mempengaruhi kehidupan akuatik dan manusia [1-6]. Penggunaan pewarna dasar pekat yang kemudian larut dalam air dan banyak digunakan pada tekstil serta bahan makanan adalah Rhodamine karena harganya yang terjangkau [7].

Rhodamine 6G merupakan zat warna sintetis berbentuk serbuk, umumnya digunakan untuk keperluan pengubahan warna pada pabrik tekstil dan kertas, misalnya dari warna putih menjadi merah. Rhodamin 6G mudah larut dalam air dan alkohol, sedikit larut dalam HCl dan NaOH. Titik leleh 165 °C. Rhodamin 6G adalah zat kimia yang berbahaya sama sekali tidak boleh dicampurkan di dalam makanan, minuman dan kosmetik. Rhodamine memiliki sifat toksik sehingga harus didegradasi untuk mengurangi toksisitasnya [8]. Salah satu metode degradasi Rhodamine 6G adalah dengan fotokatalitik. Dalam poses ini semi konduktor yang diaktifasi oleh sinar Ultraviolet (UV) digunakan sebagai katalis untuk mendestruksi kontaminan organik. Fotokatalitik mampu mendegradasi senyawa toksik yang tidak dapat didegradasi oleh proses biologi [9].

Salah satu material semikonduktor pada proses fotokatalitik yang banyak digunakan adalah ZnO (*Zinc Oxide*). ZnO digunakan sebagai semikonduktor karena sifat yang ramah lingkungan, tidak beracun, potensi redoks tinggi, dan murah, serta memiliki kinerja fotokatalitik yang lebih baik dibanding TiO (*Titanium Oxide*). Akan tetapi ZnO memiliki energi *bandgap* dan energi eksiton yang tinggi sehingga menyebabkan ZnO hanya mampu menyerap sinar UV, oleh karena itu ZnO dimodifikasi untuk memperluas spektrum cahaya yang dapat diserap [10].

Dalam konsentrasi yang kecil Mn (Mangan) dapat digunakan sebagai material dopan untuk ZnO. Hal ini bertujuan untuk menurunkan energi *Bandgap* ZnO sehingga diharapkan dapat diaktifasi tidak hanya oleh sinar UV tetapi juga oleh cahaya tampak. Sedangkan dalam konsentrasi yang tinggi Mn dapat membentuk *hybrid* ZnO-MnO yang berfungsi sebagai *electron trap* bagi electron yang tereksitasi sehingga meminimalisir rekombinasi *electron-hole* yang terlalu cepat. Mn juga dipilih karena memiliki struktur atom dan ion yang hamper mirip dengan Seng atau Zn (Zinc) sehingga lebih dapat menyesuaikan jika digunakan sebagai dopan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh doping mangan terhadap sifat optis nanopartikel ZnO yang disintesis dengan teknik laser ablasi?
2. Bagaimana pengaruh doping mangan terhadap struktur nanopartikel ZnO yang disintesis dengan teknik laser ablasi?

3. Bagaimana sifat fotokatalis material nanopartikel ZnO/Mn untuk degradasi rhodamine 6G?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh doping Mn (Mangan) terhadap sifat optis nanopartikel ZnO (*Zinc Oxide*) yang disintesis dengan teknik laser ablasi.
2. Menganalisis pengaruh doping Mn (Mangan) terhadap struktur nanopartikel ZnO (*Zinc Oxide*) yang disintesis dengan teknik laser ablasi.
3. Menganalisis sifat fotokatalis material nanopartikel ZnO/Mn untuk degradasi rhodamine 6G.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Zinc Oxide (ZnO)

Seng Oksida atau *Zinc Oxide* dengan rumus kimia ZnO adalah semikonduktor tipe-n dengan band gap yang lebar yakni 3,37 eV pada suhu kamar dan energi eksiton tinggi yakni sebesar 60 meV, biaya produksi murah [11]. Kelebihan lainnya, ZnO tidak mudah rusak dan mudah jenuh sehingga ZnO merupakan material yang cocok digunakan untuk penelitian dengan menggunakan suhu tinggi, maupun tegangan listrik yang tinggi [12, 13]. Selain itu, ZnO memiliki struktur kristal wurtzite yang lebih rapat dan rata sehingga ZnO memiliki luas penampang yang lebih lebar dan rapat[14]. Wujud dari plat ZnO dapat dilihat dari Gambar 2.1



Gambar 2.1 Plat *Zinc Oxide* (ZnO)

Semikonduktor ini juga telah menunjukkan hasil aktivitas fotokatalitik yang baik, ZnO dapat mendegradasi suatu pewarna organik yang berbahaya menjadi molekul yang kurang berbahaya di bawah sinar tampak maupun sinar UV [15-17]. Saat proses penyinaran terjadi pembentukan pasangan elektron-hole pada bagian pita konduksi dan pita valensi. Apabila pada ZnO terjadi tingkat rekombinasi tinggi maka waktu

Hidup pembawa muatan lebih singkat. Ini mengakibatkan kerja fotokatalis menurun drastis. Hal ini dapat diminimalisir dengan mengkreasikan nanoheterostruktur semikonduktor melalui proses doping [18, 19].

II.2 Mangan (Mn)

Mangan dengan rumus kimia Mn merupakan salah satu logam transisi yang memiliki karakteristik yang hampir mirip dengan Zn sehingga menjadi satu bahan yang cocok dijadikan sebagai doppingan untuk ZnO [20]. Mangan dengan mudah bisa mengganti struktur kisi pada ZnO karena jari-jari atom Zn dan Mn yang hampir sama yaitu jari-jari atom Mn sebesar 0,080 nm sedangkan jari-jari atom Zn adalah 0,074 nm, inilah salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kinerja fotokatalitik [20-22]. Selain itu Mangan yang didoping pada ZnO memiliki daya penyerapan pada cahaya tampak lebih kuat dibandingkan dengan hanya menggunakan ZnO murni [23].

II.3 Rhodamine 6G

Zat warna merupakan suatu senyawa organik yang digunakan untuk memberikan warna ke suatu objek. Molekul zat warna merupakan gabungan dari zat organik tak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna dan aoksokrom sebagai pengikat warna dengan serat. Gugus kromofor adalah gugus yang menyebabkan molekul menjadi berwarna [24]. Rumus molekul *rhodamine 6G* adalah $C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$ dengan berat molekul sebesar 479,02 g/mol. Kelarutan *rhodamine 6G* dalam air mencapai 50 g/L. Apabila rhodamin B dilarutkan dalam asam asetat maka memiliki kelarutan sebesar 400 g/L. Rhodamin B berbentuk serbuk kristal berwarna kehijauan,

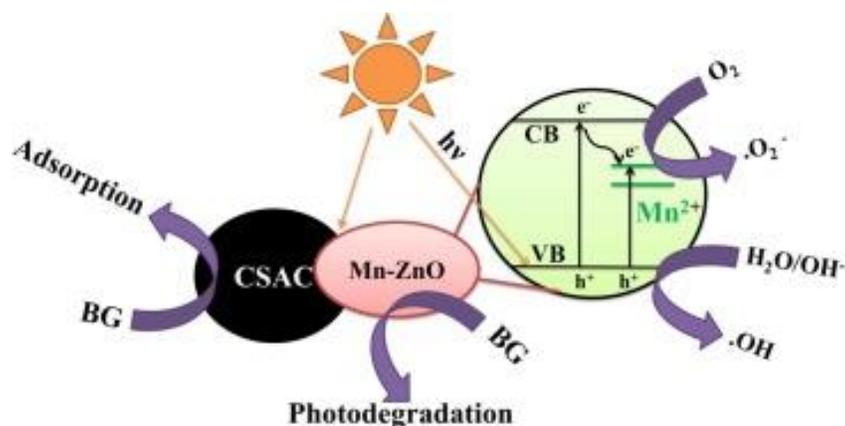
berwarna merah keunguan dalam bentuk terlarut pada konsentrasi tinggi dan berwarna merah terang pada konsentrasi rendah [25]. *Rhodamine 6G* dibuat dari meta-dietilaminofenol dan ftalik anhidrid. Kedua bahan baku ini bukanlah bahan yang boleh dimakan. *Rhodamin B* merupakan zat warna yang sering dipakai untuk pewarna kulit, kapas, wool, serat kayu kulit, nilon, serat asetat, kertas, tinta dan vernis, sabun, bulu, kertas, dan sutera. Apabila *rhodamin B* dilarutkan dalam air akan menghasilkan warna merah kebiru-biruan dan berfluorensi kuat. Selain larut dalam air, rhodamin B juga merupakan zat warna yang larut dalam alkohol, HCl, dan NaOH. Di dalam laboratorium, zat tersebut digunakan sebagai pereaksi untuk mengidentifikasi unsur Pb, Bi, Co, Au, Mg, dan Th [5, 27].

Beberapa sifat berbahaya dari *rhodamine 6G* antara lain dapat menyebabkan iritasi bila terkena mata, menyebabkan kulit iritasi dan kemerahan bila terkena kulit. Penyebab lain senyawa ini begitu berbahaya jika dikonsumsi adalah senyawa tersebut termasuk dalam senyawa yang radikal. Senyawa radikal adalah senyawa yang tidak stabil. Dalam strukturnya *rhodamine 6G* mengandung klorin (senyawa halogen). Sifat senyawa halogen adalah mudah bereaksi atau memiliki reaktivitas yang tinggi. Dengan demikian senyawa tersebut merupakan senyawa radikal yang akan berusaha mencapai kestabilan dalam tubuh dengan cara berikatan dengan senyawa-senyawa lain dalam tubuh kita sehingga pada akhirnya akan memicu kanker pada manusia (Departement of Labor Occupational Safety and Health Administration, US).

II.4 Fotokatalisis

Fotokatalisis merupakan suatu kombinasi antara proses fotokimia dan katalis. Cahaya dan katalis dibutuhkan agar dapat melangsungkan suatu transformasi atau reaksi kimia. Transformasi kimia yang diinduksikan oleh sinar tersebut terjadi pada permukaan suatu katalis (Sopyan, 1998). Induksi oleh sinar menimbulkan terjadinya eksitasi elektron dari pita valensi ke pita induksi. Proses ini akan menghasilkan hole yang akan bereaksi dengan molekul H₂O untuk menghasilkan radikal hidroksil [9, 20, 28-29]

Beberapa kelebihan dari metode degradasi fotokatalitik (Ming-Chun dan Chiu-Ping, 2007) antara lain kontaminan organik dapat terdekomposisi secara keseluruhan dengan cepat, sifat toksik dari logam berat dapat berkurang, matahari dapat digunakan sebagai sumber sinar, dan bersifat soft, yaitu dapat dilakukan pada temperatur dan tekanan rendah.



Gambar 2.2 Skema proses fotokatalitik

II.5 Metode Sintesis Nanopartikel

Sintesis dari nanopartikel dengan cara ramah lingkungan merupakan pencarian ilmu pengetahuan saat ini, sintesis nanopartikel sendiri dapat dilakukan dengan metode maupun metode kimia. Namun dalam beberapa penggunaan metode kimia memiliki banyak kelemahan dibandingkan dengan metode fisika, salah satunya dapat menghasilkan polutan lainnya. Metode fisika yang umumnya dilakukan pada penelitian adalah *High Energy Ball Milling* dan *laser pulsed ablation in liquid* (PLAL) [30, 31]. Namun, pada tulisan ini berfokus pada *laser pulsed ablation in liquid* (PLAL).

Laser ablation adalah metode yang mudah dan ramah lingkungan untuk mensintesis nanopartikel logam tanpa penambahan surfaktan dan bahan kimia. Metode ini menggunakan laser untuk menembak plat logam dalam medium larutan/gas dan akan diperoleh nanopartikel dalam bentuk nanokoloid atau nano powder. Keuntungan dari teknik ini adalah mudah, memperoleh kemurnian nanopartikel yang tinggi, dapat digunakan dalam preparasi berbagai logam dan keramik serta dispersi in-situ dari nanopartikel pada cairan yang bervariasi. Ketika berkas laser berinteraksi dengan logam target, akan menghasilkan panas dan dapat menginduksi terjadinya photoionization pada logam. Setelah itu, nanopartikel logam akan dihasilkan dari plat logam sebagai fasa yang berbeda. Nukleasi nanopartikel dengan metode ini terjadi pada saat pendinginan plasma plume [32].