

**SINTESIS KOMPOSIT SnO₂-MnO SERTA APLIKASINYA SEBAGAI
FOTOKATALIS ZAT WARNA METILEN BIRU**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**



**RAHMAWATI
08031281722059**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

**SINTESIS KOMPOSIT SnO₂-MnO SERTA APLIKASINYA SEBAGAI
FOTOKATALIS ZAT WARNA METILEN BIRU**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Bidang Studi Kimia

Oleh :

Rahmawati

08031281722059

Indralaya, 28 Oktober 2021

PEMBIMBING I



Dr. Muhammad Said, M. T.
NIP. 197407212001121001

PEMBIMBING II



Dr. Desnelli, M. Si.
NIP. 196912251997022001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Hermansyah, Ph.D
NIP. 197111191997021001

Hermansyah, Ph.D
NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Sintesis Komposit SnO₂-MnO Serta Aplikasinya Sebagai Fotokatalis Zat Warna Metilen Biru” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 11 Oktober 2021 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 28 Oktober 2021

Pembimbing:

1. Dr. Muhammad Said, M.T.

NIP. 197407212001121001

()

2. Dr. Desnelli, M. Si.

NIP. 196912251997022001

()

Penguji:

1. Dr. Hasanudin, M. Si.

NIP. 197205151997021003

()

2. Dr. Heni Yohandini, M. Si.

NIP. 197011152000122004


()


3. Dra. Fatma, MS.

NIP. 196207131991022001

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA

Hermansyah, Ph.D
NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia

Prof. Dr. Muharni, M.Si
NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Rahmawati

NIM : 0803128122059

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 28 Oktober 2021

Penulis



Rahmawati
0803281722059

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Rahmawati

NIM : 08031281722059

Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

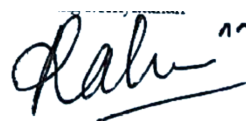
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (non-exclusively royalty-free right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Sintesis Komposit SnO₂-MnO Serta Aplikasinya Sebagai Fotokatalis Zat Warna Metilen Biru”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 28 Oktober 2021

Yang Menyatakan



Rahmawati

0803281722059

SUMMARY
SYNTHESIS OF SnO₂/MnO COMPOSITES AND THE APPLICATION
AS PHOTOCATALYST METHYLENE BLUE

Rahmawati : Supervised by Dr. Muhammad Said, M.T and Dr. Desnelli, M. Si.

Chemistry Department, Mathematics and Natural Sciences Faculty, Sriwijaya University xvii +68 pages, 11 pictures, 3 tables, 17 attachments

The research of synthesis of the SnO₂/MnO composites as photocatalyst to degrade methylene blue has been done. The photodegradation process of methylene blue was carried out with two types variables including the effect of time and the initial concentration of the dye and conditions under pH_{pzc}. Composites were made with mass ratio of SnO₂ to MnO (1 : 0.02), (1 : 0.04) and (1 : 0.07) were characterized using XRD, SEM-EDS and UV-Vis DRS instruments. The results of XRD characterization of SnO₂/MnO composites show that the best mass ratio of SnO₂/MnO composites is (1 : 0.07) with the formation of a typical peak at an angle of 2θ around 33° and has a particle size of 14.43 nm. Energy band gap value of the SnO₂/MnO composite (1 : 0.07) obtained from the UV-Vis DRS characterization is 3.35 eV.

Morphological character of SnO₂/MnO (1:0.07) composite characterized using SEM showed a round shape with an uneven surface with the elements composition of Sn (51.96%), O (31.19%) and Mn (2.07%). From the instrumentation results, SnO₂/MnO (1 : 0.07) composite has been chosen as a photocatalyst to degrade methylene blue. The optimum conditions for photodegradation were obtained at a contact time of 180 minutes at pH 5 with the percent effectiveness of reducing the concentration of 83.4%. Meanwhile, for the effect of the initial concentration of the dye, the percent degradation of the largest concentration reduces at a concentration of 1 ppm, which is 63%. The results showed that the SnO₂/MnO composite was able to degrade the Methylene blue.

Keywords : Composites, SnO₂/MnO, Photocatalyst, Methylene blue

Citation : 56 (2007-2020)

RINGKASAN
SINTESIS KOMPOSIT SnO₂/MnO SERTA APLIKASINYA
SEBAGAI FOTOKATALIS ZAT WARNA METILEN BIRU

Rahmawati : Dibimbing oleh Dr. Muhammad Said, M.T dan Dr. Desnelli, M. Si.

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
xvii+ 68 halaman, 11 gambar, 3 tabel, 17 lampiran

Penelitian dengan judul sintesis komposit SnO₂/MnO sebagai fotokatalis untuk mendegradasi metilen biru telah dilakukan. Proses fotodegradasi metilen biru dilakukan dengan dua jenis variabel yaitu pengaruh waktu dan konsentrasi awal zat warna serta pada kondisi di bawah pH_{pzc}. Komposit dibuat dengan perbandingan massa SnO₂ terhadap MnO masing-masing (1 : 0,02), (1 : 0,04) dan (1 : 0,07) serta dikarakterisasi menggunakan instrumen XRD, SEM-EDS dan UV-Vis DRS. Hasil karakterisasi XRD komposit SnO₂/MnO menunjukkan perbandingan massa terbaik komposit SnO₂/MnO adalah (1:0,07) dengan terbentuknya puncak khas pada sudut 2θ di sekitar 33° dan memiliki ukuran partikel sebesar 14,43 nm. Nilai celah pita energi komposit SnO₂/MnO (1:0,07) yang didapat dari hasil karakterisasi UV-Vis DRS sebesar 3.35 eV.

Karakter morfologi komposit SnO₂/MnO (1 : 0,07) yang dikarakterisasi menggunakan SEM menunjukkan bentuk permukaan yang bulat dan tidak rata dengan komposisi unsur penyusun Sn (51.96%), O (31.19%) dan Mn (2.07%). Kondisi optimum fotodegradasi diperoleh pada waktu kontak 180 menit pada pH 5 dengan persen penurunan konsentrasi 83.4% sedangkan untuk pengaruh konsentrasi awal zat warna didapatkan persen penurunan konsentrasi terbesar pada konsentrasi 1 ppm yaitu 63%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit SnO₂/MnO mampu mendegradasi metilen biru.

Kata kunci : Komposit, SnO₂/MnO, Fotokatalis, metilen biru

Sitasi : 56 (2007-2020)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini sebagai tanda syukur kepada

Allah SWT

Nabi Muhammad SAW

Ku persembahkan karya ini kepada :

- ❖ Kedua orang tuaku (Bapak Noverizal dan Ibu Marneliwati) yang telah memberikan support dan kasih sayang serta senantiasa mendoakanku
- ❖ Saudara/i ku (Salma Wahyuni dan Fadil Muharizal)
- ❖ Pembimbing Skripsiku bapak Dr. Muhammad said, M.T dan ibu Dr. Desnelli M.Si
- ❖ Almamaterku Universitas Sriwijaya

“Barang siapa yang menempuh suatu jalan untuk mendapatkan ilmu, maka Allah pasti mudahkan baginya jalan menuju surga”

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Warahmatuulahi Wabarokatuh

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sintesis Komposit SnO₂-MnO Serta Aplikasinya Sebagai Fotokatalis Zat Warna Metilen Biru”. Tidak lupa pula shalawat beserta salam yang selalu dicurahkan kepada baginda rasulullah Muhammad SAW. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimi Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing saya Ibu bapak **Dr. Muhammad said, M.T** dan ibu **Dr. Desnelli M.Si** yang telah membimbing saya sejak awal penyusunan skripsi ini hingga selesai. Terima kasih telah banyak memberikan waktu, arahan, nasehat, pelajaran, petunjuk, dukungan, dorongan, semangat, masukan, serta saran yang sangat membantu dan tidak ternilai harganya kepada saya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan ditambah dengan referensi dari jurnal dan buku yang berkaitan dengan penelitian ini. Saya sebagai penulis sangat menyadari masih banyak kekurangan dari skripsi ini. Rasa syukur dan terima kasih juga saya sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya yang begitu besar.
2. Bapak Hermansyah, Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Ferlinahayati, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu sabar dan memberikan waktu dan bimbingan terbaik selama masa perkuliahan hingga selesai.

6. Bapak Dr. Hasanudin, M. Si, Ibu Dr. Heni Yohandini, M.Si dan Ibu Dra. Fatma, M.S selaku pembahas dan penguji sidang yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan dan saran-saran yang sangat membantu dalam menyempurnakan skripsi ini.
7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen FMIPA Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya yang telah mengajar, mendidik, meluangkan waktu serta memberikan banyak ilmu dan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama proses perkuliahan.
8. Kedua orang hebat dalam hidupku, papa Noverizal dan mama Marneliwati. Terimakasih karena selalu menjagaku dalam limpahan doa yang tak berkesudahan serta selalu membiarkanku mengejar impian apapun itu dan selalu mengerti keadaan dan perasaanku dalam menjalani kehidupan perkuliahan ini. *Love you pa, ma.*
9. Saudara/i ku tercinta. Kakakku Salma Wahyuni yang selalu menyemangatiku ketika lelah penelitian, mendengarkan semua keluh kesahku serta tak lupa selalu memberikanku tf-an setiap bulannya. Adikku Fadil Muharizal, terimakasih telah menjadi mood booster kakakmu yang receh ini. *Love you both.*
10. Adranirisamefata specially Sari Yulanda yang selalu meluangkan waktu untuk mendengarkan drama seputar penelitianku. Gomawo seung^^
11. Teman seperjuanganku Putri Sari Anggraini terimakasih sudah menjadi temanku disaat suka dan duka selama empat tahun perkuliahan ini. Cepet nyusul ya Put, Aamiin.
12. Duo peseku Sarah dan Mita terimakasih sudah meenggedor pintu kamarku sebelum jam 9 pagi sehingga aku terpacu untuk menyelesaikan skripsi ini. *Tapi Boong.* terkhusus sarah yang sudah mau menjadi temanku sejak pertemuan pertama kita di tm, mengejar2 bis kaleng bersama serta sudah mau menjadi MUAku di saat inagurasi sampai foto ijazah. Tetap jadi mua ku sampe wisuda yo nun
13. Temanku Zelyka ananda, terimakasih telah menjadi temanku akhir-akhir ini.
14. Tim TA fotokatalis finky, melsy, ulfa, nafa, ipo serta nyak terimakasih telah menjadi tempat bertukar keluh kesah dan membagi semangat dalam menyelesaikan penelitian.

15. Staf dan pegawai civitas Akademik FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya, terkhusus kepada Mbak Novi dan Kak Iin yang selalu sabar dalam melayani dan membantu kelancaran administrasi dari awal perkuliahan hingga tugas akhir, serta selalu mengajak bersenda gurau, tenang dan santai saat detik-detik proses seminar maupun sidang. Sukses terus mba novi dan kak iin.
16. Teman-teman seperjuangan Kimia Angkatan 2017 Chemi17stry, see you on top guys.
17. Terimakasih kepada kakak kamar no 3 kosan ridho ilahi yang telah berbaik hati meminjamkan mouse pada jam 3 dini hari, semoga Allah SWT membalas kebaikan anda.
18. Admin drakorindo dan dramakoreanindo yang selalu on time dalam mengupload drama tiap minggunya sehingga saya tidak bosan dalam mengisi sedikit dari waktu luang selama penelitian
19. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang berperan dalam membantu saya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
20. Last but not least i want to thank me for believing in me, I want to thank me for doing all this hard work, I want to thank me for having no days off, I want to thank me for never quitting.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
SUMMARY.....	vi
RINGKASAN	vii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Fotodegradasi.....	5
2.2 Semikonduktor Timah Oksida (SnO_2).....	7
2.3 Doping MnO pada SnO_2	7
2.4 Metilen Biru	8
2.5 Karakterisasi semikonduktor SnO_2 -MnO	10
2.5.1 Difraksi X-ray (XRD).....	10
2.5.2 Spektrofotometer Karakterisasi dengan <i>UV-Diffuse Reflectance</i> (UV- DRS).....	11
2.5.3 <i>Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i> (SEM-EDS)	12
2.5.4 Spektrofotometer UV-Vis	12

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu dan Tempat.....	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.2.1 Alat.....	14
3.2.1 Bahan.....	14
3.3. Prosedur Kerja	14
3.3.1 Preparasi SnO ₂	14
3.3.2 Sintesis SnO ₂ -MnO	15
3.3.3. Pembuatan Larutan Metilen Biru.....	15
3.3.3.1 Pembuatan Larutan Induk Metilen Biru	
1000.....	15
3.3.3.2 Pembuatan Larutan Standar dan Penentuan	
Panjang Gelombang Serapan Maksimum	
Metilen Biru.....	15
3.3.3.3 Pembuatan Kurva Standar Zat Warna	
Metilen Biru	16
3.3.3.4 Penentuan Nilai pH <i>Point Zero Change</i>	
(pHpzc).....	16
3.3.4 Fotodegradasi Metilen Biru	17
3.3.4.1 Pengaruh Waktu	17
3.3.4.2 Pengaruh Konsentrasi Awal Zat Warna	17
3.3.5 Analisa Data.....	17
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1. Karakterisasi material SnO ₂ dan Komposit SnO ₂ /MnO	19
4.1.1. Hasil Karakterisasi SnO ₂ dan Komposit SnO ₂ /MnO	
dengan Difraksi X-Ray (XRD).....	20
4.1.2 Hasil Karakterisasi Komposit SnO ₂ /MnO (1:0,07)	
dengan Spektrofotometer UV-Vis <i>Diffuse</i>	
<i>Reflectance</i> (UV-Vis DRS).....	21
4.1.3 Hasil Karakterisasi SnO ₂ dan Komposit SnO ₂ /MnO	
(1:0,07) dengan <i>Scanning Electron Microscopy</i>	22
4.2. pH <i>Point Zero Change</i> (pHpzc) SnO ₂ /MnO (1:0,07)	23

4.3. Fotodegradasi metilen biru	24
4.3.1. Pengaruh Variasi Waktu Fotodegradasi	24
4.3.2. Pengaruh Variasi Konsentrasi Awal Zat Warna metilen biru	26
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	29
5.1. Kesimpulan.....	29
5.2. Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Struktur kristal SnO ₂	6
Gambar 2. Struktur metilen biru	9
Gambar 3. Pola XRD dari SnO ₂ -Mn	11
Gambar 4. Mikrograf SEM SnO ₂ -Mn	12
Gambar 5. Spektra XRD (a) SnO ₂ (b)SnO ₂ /MnO (1:0,02) (c)SnO ₂ /MnO (1:0,04) (d)SnO ₂ /MnO (1:0,07)	20
Gambar 6. Morfologi SEM pada perbesaran 20000x (a) permukaan SnO ₂ (b) permukaan komposit SnO ₂ /MnO (1:0,07)	
Gambar 7. Kurva pH _{pzc} SnO ₂ /MnO (1:0,07).....	24
Gambar 8. Kurva persen penurunan konsentrasi metilen biru terhadap pengaruh variasi waktu.....	26
Gambar 9. Kurva persen penurunan konsentrasi metilen biru terhadap pengaruh variasi waktu (Fotodegradasi)	27
Gambar 10. Kurva persen penurunan konsentrasi metilen biru terhadap pengaruh variasi awal zat warna	27
Gambar 11. Kurva persen penurunan konsentrasi metilen biru terhadap pengaruh variasi konsentrasi awal zat warna (Fotodegradasi) .	29

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Perbandingan massa komposit SnO ₂ /MnO	16
Tabel 2. Hasil Pengukuran energi celah pita SnO ₂ /MnO.....	22
Tabel 3. Komposisi unsur-unsur penyusun SnO ₂ dan komposit SnO ₂ /MnO (1:0,07)	24

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Prosedur Penelitian	36
Lampiran 2. Hasil Karakterisasi XRD Komposit SnO ₂ /MnO (1:0,02).....	38
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi XRD Komposit SnO ₂ /MnO (1:0,04).....	40
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi XRD Komposit SnO ₂ /MnO (1:0,07).....	41
Lampiran 5. Hasil Karakterisasi UV-DRS	42
Lampiran 6. Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS SnO ₂	44
Lampiran 7. Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS SnO ₂ /MnO (1;0,02)	46
Lampiran 8. Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS SnO ₂ /MnO (1;0,04)	48
Lampiran 9. Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS SnO ₂ /MnO (1:0,07)	50
Lampiran 10. Hasil Karakterisasi SEM SnO ₂	52
Lampiran 11. Hasil Karakterisasi SEM SnO ₂ -MnO	54
Lampiran 12. Penentuan pH <i>Point Zero Charge</i> (pHpzc)	55
Lampiran 13. Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Metilen Biru.....	56
Lampiran 14. Penentuan Kurva Standar Zat Warna Metilen Biru	57
Lampiran 15. Penentuan Kondisi Optimum Fotodegradasi Terhadap Pengaruh Waktu	58
Lampiran 16. Penentuan Kondisi Optimum Fotodegradasi Terhadap Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan Metilen Biru.....	58
Lampiran 17. Gambar Penelitian.....	63

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Molekul zat warna merupakan golongan dari zat organik yang tak jenuh (berupa gugus aromatik, seperti : benzena, toluena, fenol, piridina, dll), yang memiliki gugus kromofor sebagai pembawa warna, seperti : azo, nitro, nitroso dan karbonil dan gugus auksokrom yang berfungsi untuk pengikat antara warna dengan serat, seperti : gugus hidroksil, karboksil, sulfonat, dll (Rosyida dan Zulfiya, 2013). Zat warna sintetik memiliki struktur yang kompleks dan stabil sehingga tidak mudah luntur dan sulit didegradasi limbahnya (Ariguna dkk, 2014). Umumnya pewarna sintetik yang digunakan pada industri bersifat toksik, sehingga dapat menyebabkan masalah serius pada kesehatan serta menyebabkan ketidakseimbangan pada ekosistem (Sadeghzadeh, 2018).

Metilen biru merupakan pewarna yang digunakan secara luas dalam industri tekstil serta percetakan kertas (Bando dkk, 2019). Metilen biru banyak digunakan karena harganya yang murah serta mudah didapat. Keberadaan metilen biru dalam lingkungan perairan dapat merusak lingkungan. Hal ini disebabkan karena metilen biru memiliki toksisitas yang tinggi (Widihati dkk, 2011). Oleh karena itu, perlu dilakukan penanganan limbah zat warna tersebut sebelum dibuang ke perairan.

Pengolahan limbah zat warna dapat dilakukan dengan berbagai metode yaitu metode klorinasi dan biodegradasi (Dini dan Wardhani, 2014), adsorpsi (Setiyanto dkk, 2015), koagulasi dan elektrokimia (Gupta dan Suhas, 2009) serta metode fotodegradasi. Metode klorinasi dan biodegradasi dinilai kurang efisien dan membutuhkan biaya yang tinggi dalam proses pengolahannya (Sulyman dkk, 2017). Metode koagulasi merupakan metode kimia yang dapat digunakan untuk menghilangkan polutan zat warna (Rusydi dkk, 2017). Namun, pengolahan limbah zat warna dengan metode ini dapat memunculkan masalah baru bagi lingkungan karena menghasilkan *sludge*.

Metode fotodegradasi merupakan metode pengolahan limbah zat warna dimana terjadi proses penguraian suatu senyawa (biasanya molekul organik) menjadi molekul sederhana yang disinari oleh cahaya tampak (Saraswati dkk,

2015). Adapun prinsip dari fotodegradasi berupa terjadinya loncatan elektron pada pita valensi menuju pita konduksi pada logam semikonduktor ketika disinari oleh cahaya UV. Perpindahan elektron tersebut akan membentuk *hole* yang dapat berinteraksi dengan pelarut membentuk suatu radikal. Radikal ini bersifat aktif dan akan mengikat polutan sehingga dapat menguraikan senyawa organik (Fatimah dan Karna, 2005). Metode ini memiliki kelebihan yaitu lebih ramah lingkungan karena menghasilkan produk berupa CO₂ dan H₂O (Fatimah dan Karna, 2005).

Jenis fotokatalis yang sering digunakan adalah titanium dioksida (TiO₂) (Andari dan Wardhani, 2014), seng oksida (ZnO) (Widiyandari, *et al.*, 2018), tin oksida (SnO₂) (Xiao, *et al.*, 2008) dan kadmium sulfida (CdS) (Hussain, *et al.*, 2018). SnO₂ merupakan senyawa semikonduktor tipe n yang banyak digunakan sebagai fotokatalis karena sifatnya yang stabil dan tidak beracun, biaya relatif murah dan fotoaktivitasnya yang tinggi (sanjses, *et al.*, 2017). Menurut Das, *et al.* (2018), SnO₂ memiliki kekuatan ikatan eksitasi elektron yang besar yaitu sekitar 130 meV dan memiliki nilai *band gap* yang kecil. Aktifitas fotokatalitik dari SnO₂ bergantung pada pembentukan lubang elektron dengan penyinaran oleh sinar UV. Namun, proses rekombinasi dari elektron dan *hole* yang cepat menyebabkan efisiensi fotokatalitik SnO₂ menurun. Oleh karena itu, untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitiknya perlu dilakukan doping (Manjula, *et al.*, 2017).

Mangan Oksida (MnO) merupakan jenis logam transisi yang dapat dijadikan dopan pada semikonduktor SnO₂. Mangan dapat menjadi kandidat yang baik dalam menggantikan Sn dalam kisi SnO₂ karena mempunyai kelarutan termal yang besar (Sabri, *et al.*, 2012). Doping menggunakan logam merupakan metode yang efisien untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik (Sadeghzadeh, 2018). Salah, *et al.* (2016) menggunakan metode *microwave technique* untuk mensintesis SnO₂-MnO. Hasil yang didapatkan yaitu energi celah pita SnO₂ menurun setelah doping MnO. Nilai *band gap* menurun dari 3.80 eV menjadi 3.63 eV.

Penggunaan SnO₂-MnO sebagai proses degradasi zat pewarna sintetis juga diteliti Boss (2018) dengan menggunakan fotokatalis SnO₂-MnO untuk mereduksi pewarna sintetis yaitu metil merah. Waktu untuk mendegradasi metil merah yang

diperoleh dari penelitian tersebut yaitu selama 70 menit dengan penyinaran matahari. Andari dan Wardhani., (2014) juga melakukan fotodegradasi dengan menggunakan zat warna metilen biru juga dilakukan oleh menggunakan fotokatalis TIO_2 -Zeolit diperoleh degradasi zat warna metilen biru tertinggi sebesar 75,93%. Penelitian ini bertujuan mensintesis fotokatalis SnO_2 -MnO serta untuk mengetahui kemampuan fotokatalis dari material tersebut terhadap degradasi zat warna metilen biru. Komposit SnO_2 -MnO yang dihasilkan dikarakterisasi dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (SEM-EDS), XRD (*x-ray diffraction*), dan DRS (*spectroscopy diffuse reflectance*).

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakter komposit SnO_2 -MnO berdasarkan analisis SEM-EDS, XRD dan UV-Vis DRS?
2. Bagaimana kemampuan fotodegradasi SnO_2 -MnO terhadap penghilangan zat warna metilen biru berdasarkan pengaruh waktu degradasi dan konsentrasi awal zat warna?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mensintesis komposit SnO_2 -MnO dan karakterisasinya dengan menggunakan analisis SEM-EDS, XRD, dan UV-Vis DRS.
2. Menentukan kemampuan fotodegradasi SnO_2 -MnO terhadap penghilangan zat warna metilen biru berdasarkan variabel waktu degradasi serta konsentrasi zat warna.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu memberi pengetahuan mengenai pengolahan limbah zat warna khususnya zat warna metilen biru menggunakan fotokatalis SnO_2 -MnO.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelkader, E., Nadja, L., & Noelle, V. R. 2014. Adsorption of Congo Red Azo Dye on Nanosized SnO₂ Derived from Sol-Gel Method. *Int J Ind Chem.* 7(1). 53–70.
- Abuthahir, k. S., C. Pragathiswaran, C., & Govind, P. 2017. Adsorption of methylene blue dye using activated carbon from the natural plant stem. *IJRPC.* 7(1). 120-125.
- Ariguna, I. W. S. P., Wiratini, N. M., Sastrawidana, I. D. K. 2014. Degradasi Zat Warna Remazol Yellow FG dan Limbah Tekstil Limbah Buatan dengan Teknik Elektrooksidasi. *Jurnal Pendidikan Kimia.* 2: 127-137.
- Andari, N. W., & Wardhani, S. 2014. Fotokatalis TiO₂-Zeolit untuk Degradasi Metilen Biru. *Chem. Prog.* 7(1). 10-14.
- Bando, R. E., Wuntu, A. D., & Aritonang, H. F. 2019. Kinetika Fotodegradasi Metilen Biru Oleh Cahaya Tampak Menggunakan Komposit Ag₃PO₄/Ag/Hap dari Tulang Ikan Kakap Merah (*Lutjanus Sp.*) Dengan Perlakuan Asam. *Chemprog.* 12(12). 79-82.
- Bhermana, B. G. 2015. Degradasi Zat Warna Metanil Yellow Secara Fotolisis dan Penyinaran Matahari dengan Penambahan Katalis Tio₂-Anatase dan SnO₂. *Journal of Islamic Science and Technology.*, 1(1). 49-52.
- Bian, X., & Zhang, J. 2016. Photodegradation of Sulfadiazine in Aqueous Solution and the Affecting factors. *Journal of Chemistry.* 11-12.
- Budiman, S., Suryasaputra, D., dan Ristian, D. 2014. Fotodegradasi Zat Warna Tekstil dengan Fotokatalis TiO₂, Al₂O₃ dan H₂O₂. *Prosiding.* 284-288.
- Boss, V.L.C., & Laksamikhandhan, T. 2018. Synthesis and Characterization of Mn-Doped SnO₂ Sol-Gel Thin Films. *International Journal Of Pure And Applied Mathematics.* 119(12). 3585-3594.
- Chandra, D. K., Hindryawati, N., & Koesnarpadi, S. 2019. Degradasi Metilen Biru Dengan Metode Fotokatalitik Berdasarkan Variasi Berat Katalis Zeolit-WO₃. *Prosiding Seminar Nasional Kimia.* 175-182.
- Cisneroz, R. L., Espinoza, A. G., & Litter, M. I. 2012. Photodegradation of an azo dye of the textile industry. *Chemosphere.* 48. 393-399.
- Cundari, L., Yanti, P., & Syaputri, K. A. 2016. Pengolahan Limbah Cair Kain Jumputan Menggunakan Karbon Aktif dari Sampah Plastik. *Jurnal teknik kimia.* 22(3). 2016. 26-23.
- Darmadi. 2014. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea Menggunakan Advanced Oxidation Processes. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan.* 10(1). 1-6.

- Das , O. R., Uddin, M. T., Rahman. M. M And Bhoumick, M. C. 2018. Highly Active Carbon Supported Sn/SnO₂ Photocatalysts For Degrading Organic Dyes. IOP. Conf. Series; Journal Of Physics. 1-7.
- Diantariani, N. P., Suprihatin, I. E & Widihati, I. A. G. 2016. Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Methylene Biru dan Congo Red Menggunakan Komposit ZnO-Aa Dan Sinar Uv. *Jurnal Kimia*. 10(1). 133-140.
- Durri, S., & Sutanto,H. 2015. Karakterisasi Sifat Optik Lapisan Tipis ZnO doping Al yang di Deposisi diatas Kaca dengan Metode *Sol-Gel* Teknik *Spray-Coating*.*Jurnal Fisika Indonesia*. 55 (19). 38-40.
- Fatimah, I., & Karna, W. 2005. Sintesis TiO₂/Zeolit Sebagai Fotokatalis Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka Secara Adsorpsi-Fotodegradasi. *Jurnalteknoin*. 10(4). 257-267.
- Fauzi, A. R., & Agung, T. R. 2018. Kombinasi Fenton Dan Fotokatalis Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Batik.*Jurnal Envirotek*. 10(1). 38-45.
- Haryono., Faizal, M. D . Liamita, C & Rostika, A. 2018. Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil Terdispersi Dengan Metode Elektroflotasi. *Euchemia*. 3(1). 94-105.
- Indriani D., Fahyuan, H.D., & Ngatijo. 2018. Uji UV-VIS Lapisan TiO₂/N₂ Untuk Menentukan *Band Gap Energy*. *JoP*. 3(2). 6-10.
- Irawan, A. 2019. Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukuran dalam Kegiatan Penelitian dan Pengujian. *Indonesian Journal Of Laboratory*. 1(2). 1-9.
- Iradatullah, F., & Murwani, I. K. 2015. Pembentukan Mg_{1-x}NixF₂ Melalui *Doping* Logam Ni dalamMgF₂. *Jurnal Sains dan Seni*. 4(2). 2337-3520.
- Lekshmy, S. N., & Sukuma, V. 2014. Magnetic Properties ofleks-doped SnO₂ Thin Films Prepared by the Sol–GelDip Coating Method for Dilute Magnetic Semiconductors *J. Am. Ceram. Soc.* 1–8 .
- Ma, C. M., Hong, G. B., & Lee, S. H. (2020). Facile Synthesis of Tin Dioxide Nanoparticles for Photocatalytic Degradation of Congo Red Dye in Aqueous Solution. *Catalyst*. 10(792). 1-17.
- Maddu, A., Palupi, E., Pramudito, S & Indro, M. N. 2011. Influence Of Initial Concentration and Hydrogen Peroxide Addition On Degradation Efficiency Of Methylene Blue Photocatalysis Using TiO₂ Film. *Jurnal Purifikasi*. 1(10). 71 – 78.
- Mane, V. S., & Babu, P. V. V. 2013. Kinetic and equili-brium studies on the removal of Congo red from aqueous solution using Eucalyptus wood (*Euca-lyptus globulus*) saw dust. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineer*. 44(1). 81-88.

- Manjula, N., Selvan, G., & Balu, A. R. 2017. Improved Photodegradation Activity Of SnO₂ Nanopowder Against Methyl Orange Dye Through Ag Doping. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*. (2018) 29. 3657-3664.
- Muruganandham, M & Swaminathan, M. 2006. *Advanced Oxidative Decolourisation of Reactive Yellow 14 Azo Dye by UV/TiO₂, UV/H₂O₂, UV/H₂O₂/Fe²⁺ Processes a comparative study, Separation and Purification Technology*. 48(3). 297-303.
- Noviyanto, F., Tjiptasurasa., & Utami, P. I. 2014. Ketoprofen, Penetapan Kadarnya dalam Sediaan Gel dengan Metode Spektrofotometri Ultraviolet-Visibel. *Jurnal Pharmacy*. 1(1). 1-8.
- Nurhaeni, Hardianti, D., Hardi, J., & Diharnan. 2018. Recovery Remazol Yellow Menggunakan Gel Kitosan Tertaut Silang Glutaraldehyd. *Kovalen* 8. 4(3). 254-261.
- Oktaviani, Y., & Astuti. 2014. Sintesis lapisan tipis semikonduktor dengan bahan dasar tembaga (Cu) menggunakan chemical bath deposition. *Jurnal Fisika Unand*. 3(1). 1-8.
- Omri, K., Ghoul, J. El., Lemine, O. M., Boudina, M., Zhang, B And Mir, L., El 2013. Magnetic And Optical Properties Of Manganese Doped ZnO Nanoparticles Synthesized By Sol-Gel Technique. *Superlattices And Microstructures* 60 (1). 139–147.
- Parthibavarman. M., Hariharan, V., & Sekar, C. 2011. High-Sensitivity Humidity Sensor Based On SnO₂ Nanoparticles Synthesized By Microwave Irradiation Method. *Materials Science And Engineering C*. 31 (2011). 840–844.
- Preeta., & Janardanan. 2012. UV- Visible Diffuse Reflectance Spectroscopic Studies On Mn and Cu Ion Exchange of Newly Synthesized Cerium Zirconium Antimonate And Its Application In Dye Degradation. *Res. J. Recent Sci*. 1(1). 85-92.
- Rajeshwaran, P., & Sivarajan, A. 2015. Influence Of Mn Doping On Structural, Optical And Acetone Gas Sensing Properties Of SnO₂ Nanoparticles By A Novel Microwave Technique. *J Mater Sci: Mater Electron*. (26). 539-546.
- Ramadhani, p., zein, r., chaidir, z.z ., & hevira, l. 2019 .Pemanfaatan limbah padat pertanian dan perikanan sebagai biosorben untuk penyerap berbagai zat warna suatu tinjauan. *Jurnal zarah*. 2(7). 45-56.
- Rani, S. E. G. D., Kumar, G. A., Steplinpaulselvin. S., Rajaram. R., Selvan. S. T., Lydia. S. I., Chen, Y. 2020. Survival Assessment of Simple Food Webs for Dye Wastewater After Photocatalytic Degradation Using SnO₂/GO Nanocomposites Under Sunlight Irradiation. *Science of The Total Environment*. 9697(20). 1-33.

- Riskiani, E., Suprihatin, I. K & Sibarani, J. 2019. Fotokatalis Bentonit-Fe₂O₃ Untuk Degradasi Zat Warna *Remazol Brilliant Blue*. *Cakra Kimia*. 1(7). 46-55.
- Rusydi, A. F., Suherman, D ., & Sumawijaya, N. 2017. Pengolahan Air Limbah Tekstil Melalui Metode Koagulasi-Flokulasi Dengan Menggunakan Lempung Sebagai Penyumbang Partikel Tersuspensi. *Arena Tekstil*. 2(31). 105-114.
- Sabri, N. S., Deni, M. S. M., Zakaria, A & Talari M. K. 2012. Effect of Mn Doping on Structural and Optical Properties of SnO₂ Nanoparticles Prepared by Mechanochemical Processing. *Physics Procedia*. 25(1). 233-239.
- Sadeghzadeh, A& Attar. 2018. Efficient Photocatalytic Degradation of Methylene Blue Dye by SnO₂ Nanotubes Synthesized at Different Calcination Temperatures. *Solar Energy Materials and Solar Cells*. 183. 16–24.
- Salah, N., Habib, S., Azam, A., & Shahna, M. 2016. Formation of Mn-doped SnO₂ Nanoparticles Via the Microwave Technique: Structural, Optical and Electrical Properties. *nanomaterial and nanotechnology*. 6(17). 1-8.
- Sanjaya, H., Rida, P., Kasuma dan Ningsih, S. K. W. 2017. Degradasi Methylene Blue Menggunakan Katalis Zno-Peg Dengan Metode Fotosonolisis. *Jurnal Eksakta*. 18(2). 1-9.
- Shahamat, Y. D., Sadeghi, M., Shahryari, A., Okhovat, N., Asl, F. M & Baneshi, M. 2015. Heterogeneous catalytic ozonation of 2, 4-dinitrophenol in aqueous solution by magnetic carbonaceous nanocomposite: catalytic activity and mechanism. *Desalination and Water Treatment*. 1-15.
- Saraswati, I. G. A. A., Diantariani, N. P & Suarya, P. 2015. Fotodegradasi Zat Warna Tekstil *Congo Red* Dengan Fotokatalis Zno-Arang Aktif dan Sinar Ultraviolet (UV). *Jurnal Kimia*. 9(2). 175-182.
- Setiyanto., Riwayati, I., Kurniasari, L. 2015. Adsorpsi Pewarna Tekstil Rhodamin B Menggunakan Senyawa Xanthat Pulpa Kopi. *Momentum*. 1(11). 24-28.
- Rosyida, A., & Zulfiya, A. 2013. Pewarnaan Bahan Tekstil dengan Menggunakan Ekstrak Kayu Nangka dan Teknik Pewarnaannya untuk Mendapatkan Hasil yang Optimal. *Jurnal Rekayasa Proses*. 52-58.
- Savaranakumar , M., Agilan, S., Muthukumarasamy, N., Rukkumani, Marusamy, And Ranjitha, A. 2015. Effect Of Mn Doping On The Structural, Optical And Magnetic Properties Of SnO₂ Nanoparticles. 127(6). 1-5.
- Sucahya , N. T., Permatasari, N., Nandiyanto, A.B.D. 2016. Fotokatalis untuk Pengolahan Limbah Cair. *Jurnal Integrasi Proses*. 6 (1). 1-15.

- Suharni & Sayono. 2009. Pengaruh Doping Indium Terhadap Sensitivitas Sensor Gas dari Lapisan Tipis SnO₂. *Buku I Prosiding Ppi - Pdiptn*. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan - BATAN.
- Sulandari, S. A., & Muwarni, L. S. 2013. Studi Fabrikasi Isolator Silikon Dioksida (SiO₂) Berbasis Lapisan Tipis Menggunakan Teknik Plasma Glow Discharge. *Jurnal Fisika Indonesia*. 17(50). 1410-2994.
- Sulistiyani, M & Nuril, N. 2017. Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Sampel Protein Menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR). *Indonesian Journal Of Chemical Science*. 6(2). 173-180.
- Supandi, A. R & Onggo, D. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Material Hibrida Organik–Anorganik (RNH₃)₂MnCl₄ dengan R=C₆H₅(CH₂)₂–dan C₆H₅CH₂. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains*.
- Suthakaran, S., Dhanapandian, S., Khrisnakumar, N., Pondapandian, N. 2020. Hydrothermal synthesis of surfactant assisted Zn doped SnO₂ performance. *Jurnal Pre Proof*. 1-50.
- Tanaka, K., Yosiaki, K., Tetsuro S., Fumiko, H. & Katsuko, K. 2008. Quantitation of Curcuminoids in Curcuma Rhizome by Near-Infrared Spectroscopic Analysis. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 8 (56). 8787-8792.
- Triastuti, E. W & Subekti, A. 2013. Karakter Fisik dan Korosi Mangan Hasil Pelapisan Pada Baja Aisi 1020. *Kapal*. 9(1). 1-6.
- Vorgelegt , V. 2017. Spectroscopic Insights in the Gas Detection Mechanism of Tin Dioxide Based Gas Sensors. *Disertasi*. 1-114.
- Wang, C., Xua. B. Q., Wang, X., Zhaoc, J. 2005. Preparation and photocatalytic activity of ZnO/TiO₂/SnO₂ mixture. *Journal of Solid State Chemistry*. 178 (2005). 3500–3506.
- Warono, D., & Syamsudin. 2013. Unjuk Kerja Spektrofotometer Untuk Analisa Zat Aktif Ketoprofen. *Jurnal Konversi*. 2(2). 57-65.
- Widiyandari, H., Umiati, N.A. K., Herdianti, R. D. 2018. Synthesis and photocatalytic properties of Zinc Oxide (ZnO) fine particles using flame spray pyrolysis method. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*. 1025 (1). 1-7.
- Widihati, I. A., Diantariani, N. P., & Nikmah, Y. F. 2011. Fotodegradasi Metilen Biru Dengan Sinar UV dan Katalis Al₂O₃. *Jurnal kimia*. 5(1). 31-42.
- Wu, S., Xie, M., Zhang, Q., Zhong, L., Chen, M & Huang, Z. 2017. Isopentyl-Sulfide-Impregnated Nano-MnO₂ for the Selective Sorption of Pd (II) from the Leaching Liquor of Ores. *Molecules*. 22(1117). 2-18.
- Teng, X., Junfeng, L., Zhaoyang, W., ZhenWei., Cuizhong, C., Keqing Du., Chun Zhao., Guang Yanga & Yun Lid. 2020. Performance and mechanism

of methylene blue degradation by an electrochemical process. *RSC Adv.* 10. 24712–24720.

Yunani, Y., Fatimah, I dan Riyanto. 2017. Preparasi Fe(III)-Montmorillonit Sebagai Katalis Pada Fotooksidasi Metilen Biru. *Indonesian Journal Of Chemical Research*.1-11.

Yuwita, E. P. 2015. Efek Dopan Mn Pada Struktur, Sifat Optik dan Kemagnetan Zno Disintesis Dengan Metode Kopesipitasi. *Tesis*: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Zheng, D., Qiang, Y., Xu, S., Li, W., Yu, A & Zhang, S. 2017. Hierarchical MnO₂ Nanosheets Synthesized Via Electrodeposition hydrothermal Method For Supercapacitor Electrodes. *Appl Physics*. 1-10.