

**FOTODEGRADASI ZAT WARNA METILEN BIRU MENGGUNAKAN  
BENTONIT-PDA-TiO<sub>2</sub>**

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

**SKRIPSI**



**Fajar Firmansyah  
08031381823050**

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

**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**FOTODEGRADASI ZAT WARNA METILEN BIRU MENGGUNAKAN  
BENTONIT-PDA-TiO<sub>2</sub>**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Pada  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya**

**Diusulkan Oleh:  
Fajar Firmansyah  
08031381823050**

Indralaya, 24 Juli 2023

**Pembimbing**



**Fahma Riyanti, M.Si  
NIP. 197204082000032001**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.  
NIP. 197111191997021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru Menggunakan Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub>” telah disidangkan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 07 Juli 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 24 Juli 2023

Ketua:

1. **Dr. Suheryanto, M.Si.**  
NIP. 196006251989031006

Sekretaris:

1. **Dr. Addy Rachmat, M.Si.**  
NIP. 197409282000121001

Pembimbing:

2. **Fahma Riyanti, M.Si.**  
NIP. 197204082000032001

Penguji:


2. **Dr. Desnelli, M.Si.**  
NIP. 196912251997022001

3. **Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si.**  
NIP. 197211092000032001

(  )

(  )

(  )

(  )

(  )

Mengetahui,

  
**Dekan FMIPA**  
**Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., 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 : Fajar Firmansyah

NIM : 08031381823050

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 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.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Indralaya, 20 Juli 2023

Penulis,



Fajar Firmansyah

NIM. 08031381823050

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

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

Nama Mahasiswa : Fajar Firmansyah  
NIM : 08031381823050  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ 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: Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru Menggunakan Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub>. 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, 20 Juli 2023

Yang menyatakan,



Fajar Firmansyah

NIM. 08031381823050

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

**“Menuju Tak Terbatas Dan Melampauinya”**

- **Buzz Lightyear (Toy Story)**

**“Jangan Lelah Untuk Selalu Bersyukur Dan Belajar Serta  
Jadilah Manusia Yang Bermanfaat”**

- **Fajarf**

**Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:**

- **Allah SWT**
- **Nabi Muhammad SAW**

**Dan kupersembahkan kepada:**

- **Ayah dan Ibu**
- **Keluarga Besar**
- **Diriku Sendiri**
- **Almamater (Universitas Sriwijaya)**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah SWT, perasaan syukur telah memberikan nikmat dan rahmat-Nya dan pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru Menggunakan Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub>”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu **Fahma Riyanti, M.Si** selaku pembimbing dalam segala hal yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dukungan, nasehat, motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga ibu sehat selalu dan tambah sukses kedepannya.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat, rahmat serta keberkahan dan rasa puji syukur yang begitu besar aku panjatkan kepadanya.
2. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Prof. Dr. Muharni, M. Si. Selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. Selaku sekretaris Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Fahma Riyanti, M.Si. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhirku, Pembimbing Akademik yang sangat berjasa membantu dalam segala hal, memberikan waktu dan sangat besar kesabaran setiap bimbingan yang ibu berikan. Terimakasih banyak atas segalanya ibu.
6. Ibu Dr. Desnelli, M. Si dan Ibu Dr. Nurlisa Hidayati, M. Si. Selaku pembahas dan penguji seminar hasil dan sidang sarjana yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.

7. Seluruh Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah.
8. Kedua orang tuaku tersayang (Bapak Kharlani dan Ibu Tati Inelda) dan kedua kakakku (Desty Wulandari dan Rendra Kurniawan), yang sangat kusayangi terimakasih atas Do'a dan semua dukungan sampai dititik ini yang telah engkau usahakan dan berikan gelar dibelakangku kupersembahkan untuk kalian.
9. Widea Fitri Utami, S.Farm. perempuan istimewa yang hadir diakhir kehidupan kampus saya namun memberikan warna dalam hidup saya kemarin, saat ini, dan hari esok.
10. Mbak Novi dan Kak Cosiin, selaku Admin Jurusan Kimia yang banyak membantu permasalahan administrasi perkuliahan hingga tugas akhir.
11. Ibu Yuniar, S.T. M.Sc., Ibu Siti Nuraini. dan Ibu Hanida Yanti, A. Md. Selaku analis di Laboratorium Kimia yang membantu dalam hal administrasi fasilitas laboratorium untuk keperluan tugas akhir.
12. Tim TA PDA (Imam, Ghaffar, Sandra) yang telah memberikan support, berbagi ilmu selama penelitian. Terimakasih banyak kalian sehat dan sukses terus kedepannya.
13. Teruntuk Fajar Firmansyah (*Good Job, Bro*).
14. Dan terakhir, kepada siapapun itu yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang banyak membantu, memberi dukungan, terimakasih telah menemani perjalanan dan perjuangan selama kuliah ini.

Semoga bimbingan dan masukan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal shaleh dan pahala yang setimpal dari Allah SWT. Dengan kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua serta pengembangan ilmu kimia di masa yang akan datang bahkan kemasyarakat.

Indralaya, 20 Juli 2023

Penulis



## SUMMARY

### PHOTODEGRADATION OF METHYLENE BLUE DYE USING BENTONITE-PDA-TiO<sub>2</sub>

Fajar Firmansyah : Supervised by Fahma Riyanti, M.Si.

Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,  
Sriwijaya University.

xvi + 62 pages, 14 Pictures, 4 Tables, 12 Attachments

The research on photodegradation of methylene blue dye using Bentonite-PDA-TiO<sub>2</sub> has been done. Bentonite-PDA and TiO<sub>2</sub> were synthesized with ratio comparison (1:1). The success of Bentonite-PDA-TiO<sub>2</sub> synthesis were characterized using XRD, SEM-EDX, and UV-Vis DRS. The photodegradation process of methylene blue variables including the effect of concentration dye, contact time, and mass composite. The result of the XRD Bentonite-PDA-TiO<sub>2</sub> showed crystal size of 22,42 nm. Morphological Bentonite-PDA-TiO<sub>2</sub> showed a porous structure. The results of EDX Bentonite-PDA-TiO<sub>2</sub> showed that the constituent elements of C, O, Al, Si, Ti, K, and Fe were 28,36%, 47,89%, 2,17%, 8,67%, 10,43%, 0,12%, and 0,44%. The UV-Vis DRS characterization showed an energy band gap of 3,31 eV. Bentonite-PDA-TiO<sub>2</sub> has a pH<sub>pzc</sub> at pH 7. The best condition for degradation of methylene blue dye on the effect concentration dye of 40 mg/L, contact time of 60 minutes, and mass composite of 50 mg obtained the percent of reduction in the concentration of methylene blue dye with UV irradiation of 98,89% and without UV irradiation 96,05% and the test result using TOC with concentration of 40 mg/L were 82,82%. The result showed that Bentonite-PDA-TiO<sub>2</sub> was able to degrade methylene blue dye.

**Keywords :** Bentonite-PDA-TiO<sub>2</sub>, photodegradation, methylene blue

Citation : 49 (2004-2021)

## RINGKASAN

### FOTODEGRADASI ZAT WARNA METILEN BIRU MENGUNAKAN BENTONIT-PDA-TiO<sub>2</sub>

Fajar Firmansyah : Dibimbing oleh Fahma Riyanti, M.Si.

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

xvi + 62 halaman, 14 gambar, 4 tabel, 12 lampiran.

Penelitian tentang fotodegradasi zat warna metilen biru menggunakan Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> telah dilakukan. Bentonit-PDA dan TiO<sub>2</sub> disintesis dengan perbandingan rasio (1:1). Keberhasilan hasil sintesis Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> dilihat menggunakan karakterisasi XRD, SEM-EDX, dan UV-Vis DRS. Proses fotodegradasi dilakukan beberapa variabel diantaranya pengaruh konsentrasi zat warna, waktu kontak, dan massa komposit. Hasil difraktogram XRD Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> menunjukkan ukuran kristal sebesar 22,42 nm. Hasil Morfologi Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> struktur berpori. Hasil EDX Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> menunjukkan unsur penyusun berupa C, O, Al, Si, Ti, K, dan Fe masing-masing sebesar 28,36%, 47,89%, 2,17%, 8,67%, 10,43%, 0,12%, dan 0,44%. Hasil karakterisasi UV-Vis DRS didapatkan nilai energi celah pita sebesar 3,31 eV. Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> memiliki pH<sub>pzc</sub> berada pada pH 7. Kondisi terbaik mendegradasikan zat warna metilen biru terhadap pengaruh konsentrasi zat warna 40 mg/L, waktu kontak selama 60 menit dan massa komposit 50 mg didapatkan persentase penurunan konsentrasi zat warna metilen biru dengan penyinaran UV sebesar 98,89% dan tanpa penyinaran UV sebesar 96,05% serta hasil uji menggunakan TOC pada konsentrasi 40 mg/L sebesar 82,82%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> mampu mendegradasi zat warna metilen biru.

**Kata kunci** : Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub>, fotodegradasi, metilen biru

Sitasi : 49 (2004-2021)

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>ix</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Zat Warna Metilen Biru.....	4
2.2 Bentonit.....	4
2.3 Polidopamin (PDA) .....	5
2.4 Titanium Dioksida (TiO <sub>2</sub> ).....	6
2.5 Komposit.....	7
2.6 Fotodegradasi.....	7

2.7	Karakterisasi .....	8
2.7.1	X-Ray Diffraction (XRD).....	8
2.7.2	<i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX)</i> .....	9
2.7.3	<i>UV-Vis Diffuse Reflectance Spectroscopy (UV-Vis DRS)</i> .....	10
2.7.4	Spektrofotometer UV-Vis.....	11
2.7.5	<i>Total Organic Carbon (TOC)</i> .....	11
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN.....</b>		<b>12</b>
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	12
3.2	Alat dan Bahan .....	12
3.2.1	Alat .....	12
3.2.2	Bahan.....	12
3.3	Prosedur Penelitian.....	12
3.3.1	Preparasi Bentonit .....	12
3.3.2	Sintesis Bentonit-PDA .....	13
3.3.3	Sintesis Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> .....	13
3.4	Karakterisasi .....	13
3.4.1	X-Ray Diffraction (XRD) .....	14
3.4.2	<i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX)</i> .....	14
3.4.3	<i>Ultraviolet-Visible Diffuse Reflectance Spectroscopy (UV-Vis DRS)</i> .....	14
3.5	Penentuan pH <i>point of zero change</i> (pHpzc).....	14
3.6	Penentuan Konsentrasi Zat Warna Metilen Biru.....	15
3.6.1	Pembuatan Larutan Induk Metilen Biru 1000 ppm.....	15
3.6.2	Pembuatan Larutan Standar Metilen Biru.....	15
3.6.3	Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna Metilen Biru ..	15
3.7	Penentuan Kondisi Terbaik Degradasi Zat Warna Metilen Biru .....	15
3.7.1	Penentuan Konsentrasi Zat Warna .....	15
3.7.2	Penentuan Waktu Kontak.....	16
3.7.3	Penentuan Massa Komposit .....	16

3.8 Analisis Data .....	16
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>18</b>
4.1 Sintesis Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> .....	18
4.2 Hasil Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	19
4.3 Hasil Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray</i> (SEM-EDX).....	21
4.4 Hasil Karakterisasi UV-Vis <i>Diffuse Reflectance Spectroscopy</i> (UV-Vis DRS .....	23
4.5 pH <i>Point Zero Charge</i> (pHpzc) Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> .....	24
4.6 Hasil Penentuan Kondisi Terbaik Degradasi Zat Warna Metilen Biru .....	25
4.6.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi .....	26
4.6.2 Pengaruh Variasi Waktu Kontak.....	27
4.6.3 Pengaruh Variasi Massa Komposit .....	28
4.7 <i>Total Organic Carbon</i> (TOC) .....	29
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>	<b>31</b>
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran .....	31
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>32</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>37</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>62</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur metilen biru. ....	4
Gambar 2. Struktur Polidopamin (PDA).....	6
Gambar 3. XRD Bentonit-TiO <sub>2</sub> .....	9
Gambar 4. Mikrograf SEM Bentonit-TiO <sub>2</sub> . ....	9
Gambar 5. Panjang Gelombang Bentonit-TiO <sub>2</sub> . ....	10
Gambar 6. (a) Bentonit-PDA, (b) Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> .....	18
Gambar 7. Difraktogram(a)Bentonit,(b)Bentonit-PDA,(c)Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> ..	20
Gambar 8. Morfologi Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> dengan perbesaran 10.000x .....	21
Gambar 9. Spektra EDX Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> .....	22
Gambar 10. Besarnya energi celah pita ( <i>band gap</i> ) Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> .....	24
Gambar 11. Grafik pH <sub>pzc</sub> Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> .....	25
Gambar 12. Kurva Variasi Konsentrasi .....	26
Gambar 13. Kurva Variasi Waktu Kontak.....	27
Gambar 14. Kurva Variasi Massa Komposit .....	28

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan puncak nilai $2\theta$ Bentonit dan Bentonit-PDA dengan ICDD No. 01-076-7629 .....	21
Tabel 2. Perbandingan puncak nilai $2\theta$ $\text{TiO}_2$ dalam Komposit Bentonit-PDA- $\text{TiO}_2$ dengan ICDD No. 03-065-5714.....	22
Tabel 3. Data unsur-unsur penyusun Bentonit-PDA- $\text{TiO}_2$ .....	23
Tabel 4. Data analisis TOC .....	30

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian .....	38
Lampiran 2. Hasil Karakterisasi XRD.....	40
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi SEM-EDX Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> .....	49
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> .....	50
Lampiran 5. Penentuan pH Point Of Zero Charge (pHpzc) Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> .....	52
Lampiran 6. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna Metilen Biru .....	52
Lampiran 7. Kurva Kalibrasi Zat Warna Metilen Biru.....	53
Lampiran 8. Penentuan Kondisi Terbaik Degradasi Zat Warna Metilen Biru Menggunakan Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> Terhadap Pengaruh Konsentrasi Awal.....	54
Lampiran 9. Penentuan Kondisi Terbaik Degradasi Zat Warna Metilen Biru Menggunakan Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> Terhadap Pengaruh Waktu Kontak.....	56
Lampiran 10. Penentuan Kondisi Terbaik Degradasi Zat Warna Metilen Biru Menggunakan Bentonit-PDA-TiO <sub>2</sub> Terhadap Pengaruh Berat Komposit .....	58
Lampiran 11. Hasil Pengujian Total Organic Carbon (TOC).....	60
Lampiran 12. Gambar Penelitian .....	61



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Industri tekstil di Indonesia sedang mengalami perkembangan yang sangat pesat. Oleh karena itu, banyak sekali perusahaan yang bergerak dalam bidang ini, disisi lain industri ini menghasilkan produk samping berupa limbah, baik padat, cair, dan gas termasuk limbah zat warna (Nurhasni dkk, 2018). Salah satu limbah zat warna yang dihasilkan adalah metilen biru dengan rumus molekul  $C_{16}H_{18}ClN_3S \cdot H_2O$  yang merupakan zat warna kation. Zat warna metilen biru memiliki struktur benzena yang secara alami sulit terurai, sehingga dapat mencemari lingkungan dan mempengaruhi kehidupan manusia (Riapanitra dkk, 2004). Dampak dari pencemaran metilen biru ini dapat merusak ekosistem air dan menyebabkan iritasi kulit dan saluran pencernaan, apabila menggunakan air yang sudah tercemar limbah metilen biru (Wismayanti dkk, 2015). Berdasarkan PP no. 82 Tahun 2001, batasan zat warna dalam industri adalah 0,1 mg/L sedangkan 10-15% dari penggunaan zat warna metilen biru ikut terbuang sebagai limbah yang mencemari lingkungan (Sari dkk, 2021).

Pencemaran akibat dari zat warna dapat diatasi dengan beberapa metode antara lainnya biodegradasi, adsorpsi, *membrane filtration*, dan koagulasi (Chkirida *et al*, 2021) akan tetapi, cara-cara tersebut kurang efektif karena biaya yang cukup mahal dan masih meninggalkan produk sampingan (Ain *et al*, 2020). Metode yang dapat digunakan pada permasalahan ini adalah fotodegradasi. Metode ini mudah diterapkan dan biaya yang dikeluarkan relatif lebih murah (Sari dkk, 2021). Fotodegradasi adalah metode dengan menggunakan semikonduktor dan sinar ultraviolet yang dapat menguraikan zat warna menjadi senyawa yang lebih sederhana dan ramah lingkungan seperti  $H_2O$  dan  $CO_2$  (Diantariani dkk, 2016).

Salah satu semikonduktor yang dapat digunakan adalah titanium dioksida ( $TiO_2$ ) dengan biaya yang cukup murah, stabil, tidak beracun, ramah lingkungan, serta memiliki energi celah pita 3,0-3,4 eV (Nadimi *et al*, 2019; Mao *et al*, 2016).

Salah satu faktor yang menentukan dalam fotodegradasi merupakan adsorpsi sehingga untuk memaksimalkan kemampuan fotodegradasi, tanah liat/bentonit dikombinasikan dengan TiO<sub>2</sub> karena memiliki luas permukaan spesifik yang besar, stabilitas yang tinggi, murah, dan tidak berbahaya (Widi *et al*, 2020).

Bentonit adalah jenis tanah liat alami yang sebagian besar terdiri dari kelompok *montmorillonite* atau smektit. Permukaan dan struktur pada bentonit sangat cocok untuk mendukung logam transisi seperti TiO<sub>2</sub> (Bananezhad *et al*, 2019). Kemampuan bentonit dalam mengemban TiO<sub>2</sub> dapat dimaksimalkan dengan menggunakan polidopamin (PDA). PDA atau ligan organik dapat dibentuk dengan cara *self-polimerization oxidation* dopamin (DA) yang merupakan polimer dengan gugus aktif seperti gugus amina, katekol, hidroksil, dan gugus fenolik (Ain *et al*, 2020).

Penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan bentonit, PDA, dan TiO<sub>2</sub> sehingga membentuk Komposit Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub>. Komposit Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> digunakan untuk mendegradasikan zat warna metilen biru. Variabel yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengaruh konsentrasi awal zat warna metilen biru, waktu kontak, massa komposit, dan hasil fotodegradasi zat warna metilen biru yang diuji menggunakan *TOC Analyzer*. Komposit Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> dikarakterisasi dengan XRD, SEM-EDX, UV-Vis DRS.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana sintesis dan karakteristik senyawa Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub>?
2. Bagaimana kemampuan komposit Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> mendegradasikan zat warna metilen biru dengan variabel pengaruh konsentrasi awal zat warna, waktu kontak, dan massa komposit?
3. Bagaimana hasil penurunan konsentrasi karbon zat warna metilen biru setelah didegradasi oleh komposit Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> berdasarkan analisis *TOC Analyzer*?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Melakukan sintesis dan karakterisasi senyawa Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> menggunakan XRD, SEM-EDX, dan UV-Vis DRS.
2. Menentukan kemampuan Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> mendegradasikan zat warna metilen biru dengan variabel pengaruh konsentrasi awal zat warna, waktu kontak, dan massa komposit.
3. Menentukan hasil penurunan konsentrasi karbon zat warna metilen biru setelah didegradasi oleh komposit Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> berdasarkan analisis TOC *Analyzer*.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk mendapatkan informasi tentang sintesis Bentonit-PDA-TiO<sub>2</sub> dan penggunaannya dalam fotodegradasi zat warna metilen biru.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ain, Q. U., Rasheed, U., Yaseen, M., Zhang, H, and Tong, Z. (2020) 'Superior dye degradation and adsorption capability of polydopamine modified Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-pillared bentonite composite', *Journal of Hazardous Materials*, 397(January), p. 122758. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.122758.
- Alver, E., Metin, A. Ü. and Brouers, F. (2020) 'Methylene blue adsorption on magnetic alginate/rice husk bio-composite', *International Journal of Biological Macromolecules*, 154, pp. 104–113. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.02.330.
- Andari, N. D. and Wardhani, S. (2014) 'Fotokatalis TiO<sub>2</sub>-zeolit untuk degradasi metilen biru', *Chemistry Progress*, 7(1), pp. 9–14. doi: 10.35799/cp.7.1.2014.4848.
- Bananezhad, B., Islami, M. R., Ghonchepour, E., Mostafavi, H., Tikdari, A. M. and Rafiei, H. R. (2019) 'Bentonite clay as an efficient substrate for the synthesis of the super stable and recoverable magnetic nanocomposite of palladium (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Bentonite-Pd)', *Polyhedron*, 162, pp. 192–200. doi: 10.1016/j.poly.2019.01.054.
- Chairunnisa, C. (2018) 'Studi Adsorpsi Timbal Pada Membran Kitosan Termodifikasi Polidopamin', *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 2(1), p. 33. doi: 10.26740/icaj.v2n1.p33-37.
- Chen, T. P. *et al.* (2017) 'Self-polymerization of dopamine in acidic environments without oxygen', *Langmuir*, 33(23), pp. 5863–5871.
- Chkirida, S., Zari, N., Achour, R., Hassiunem H., Lachehab, A., Qais, A. K. and Bouhfid, R. (2021) 'Highly synergic adsorption/photocatalytic efficiency of Alginate/Bentonite impregnated TiO<sub>2</sub> beads for wastewater treatment', *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 412(June 2020), p. 113215. doi: 10.1016/j.jphotochem.2021.113215.
- Daniel S Bath, Jenal M Siregar and M Turmuzi Lubis (2012) 'PENGUNAAN TANAH BENTONIT SEBAGAI ADSORBEN LOGAM Cu', *Jurnal Teknik Kimia USU*, 1(1), pp. 1–4. doi: 10.32734/jtk.v1i1.1396.
- Degler, D., Barz, N., Dettinger, U., Peisert, H., Chasse, T., Weimar, U. and Barsan, N. (2016) 'Extending the toolbox for gas sensor research: Operando UV/vis diffuse reflectance spectroscopy on SnO<sub>2</sub>-based gas sensors', *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 224, pp. 256–259. doi: 10.1016/j.snb.2015.10.040.
- Dewi, R., Krisman, Fauziana, K. (2014) 'Karakterisasi Mikrostruktur Material Feroelektrik Ba<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>TiO<sub>3</sub> (BST) dengan Variasi Suhu Annealing', XVIII, pp. 70–72.

- Diantariani, N. P., Suprihatin, I. E. and Widihati, I. A. G. (2016) 'FOTODEGRADASI ZAT WARNA TEKSTIL METHYLENE BLUE DAN CONGO RED MENGGUNAKAN KOMPOSIT ZnO-AA DAN SINAR UV', *Jurnal Kimia*, 10(1), pp. 133–140. doi: 10.24843/jchem.2016.v10.i01.p18.
- Gunawan, I., Fauziah, M., Yulizar, Y. and Sudirman. (2019) 'Green Modifikasi Nanopartikel Au Terhadap Permukaan Bentonit Terpilir Cu Sebagai Degradasi Zat Warna Remazol Brilliant Blue R (RBBR)', *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 41(2), p. 45. doi: 10.24817/jkk.v41i2.4331.
- Hakim, L., Dirgantara, M. and Nawir, M. (2019) 'Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C Dengan Menggunakan X-Ray Difrraction (X-RD) Di Kota Palangkaraya', *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*, 1(1), pp. 44–51. doi: 10.36873/jjms.v1i1.136.
- Inkson, B. J. (2016) *Scanning Electron Microscopy (SEM) and Transmission Electron Microscopy (TEM) for Materials Characterization, Materials Characterization Using Nondestructive Evaluation (NDE) Methods*. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/B978-0-08-100040-3.00002-X.
- Javanbakht, V. and Mohammadian, M. (2021) 'Photo-assisted advanced oxidation processes for efficient removal of anionic and cationic dyes using Bentonite/TiO<sub>2</sub> nano-photocatalyst immobilized with silver nanoparticles', *Journal of Molecular Structure*, 1239, p. 130496. doi: 10.1016/j.molstruc.2021.130496.
- Kartiko Widi, R., Suciani, I., Savitri, E., Reynaldi, R. and Budhyantoro, A. (2020) 'Photocatalytic decolorization of Basic Blue 41 using TiO<sub>2</sub>-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-bentonite coating applied to ceramic in continuous system', *Chemical Engineering Communications*, 207(2), pp. 203–212.
- Khatamian, M., Divband, B. and Shahi, R. (2019) 'Journal of Water Process Engineering Ultrasound assisted co-precipitation synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> / bentonite nanocomposite : Performance for nitrate , BOD and COD water treatment', *Journal of Water Process Engineering*, 31(February), p. 100870. doi: 10.1016/j.jwpe.2019.100870.
- Kim, S., Moon, G. H., Kim, G., Kang, U., Park, H. and Choi, W. (2017) 'TiO<sub>2</sub> complexed with dopamine-derived polymers and the visible light photocatalytic activities for water pollutants', *Journal of Catalysis*, 346, pp. 92–100. doi: 10.1016/j.jcat.2016.11.027.
- Kiswanti, E. A. D. and Pratapa, S. (2013) 'Sintesis Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub> ) Menggunakan Metode Logam-Terlarut Asam', *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 3(2), pp. 18–21.

- Kumar, A. and Lingfa, P. (2020) 'Sodium bentonite and kaolin clays: Comparative study on their FT-IR, XRF, and XRD', *Materials Today: Proceedings*, 22(xxxx), pp. 737–742. doi: 10.1016/j.matpr.2019.10.037.
- Laysandra, L., Sari, M. W. M. K., Soetardjo, F/ E/. Foe, K., Putro, J. N., Kurniawan, A., Ju, Y. H. and Ismadji, S. (2017) 'Adsorption and photocatalytic performance of bentonite-titanium dioxide composites for methylene blue and rhodamine B decoloration', *Heliyon*, 3(12), p. e00488. doi: 10.1016/j.heliyon.2017.e00488.
- Li, J., Suyoulema, Wang, W., Sarina. (2009) 'A study of photodegradation of sulforhodamine B on Au-TiO<sub>2</sub>/bentonite under UV and visible light irradiation', *Solid State Sciences*, 11(12), pp. 2037–2043. doi: 10.1016/j.solidstatesciences.2009.09.012.
- Li, R., Li, T. and Zhou, Q. (2020) *Impact of titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) modification on its application to pollution treatment—a review*, *Catalysts*. doi: 10.3390/catal10070804.
- Liebscher, J., Mrowczynski, R., Scheidt, H. A., Filip, C., Hadade, ND., Turcu, R., Bende, A. and Beck, S. (2013) 'Structure of polydopamine: A never-ending story?', *Langmuir*, 29(33), pp. 10539–10548. doi: 10.1021/la4020288.
- Mao, W. X., Lin, X. J., Zhang, W., Chi, Z. X., Lyu, R. W., Cao, A. M. and Wan, L. J. (2016) 'Core-shell structured TiO<sub>2</sub>@polydopamine for highly active visible-light photocatalysis', *Chemical Communications*, 52(44), pp. 7122–7125. doi: 10.1039/c6cc02041k.
- Meng, A., Cheng, B., Tan, H., Fan, J., Su, C. and Yu, J. (2021) 'TiO<sub>2</sub>/polydopamine S-scheme heterojunction photocatalyst with enhanced CO<sub>2</sub>-reduction selectivity', *Applied Catalysis B: Environmental*, 289(February), p. 120039.
- Mouni, L., Belkhiri, L., Bollinger, J., Bouzaza, A., Assadi, A., Tirri, A., Dahmoune, F., Madani, K. and Remini., H. (2018) 'Removal of Methylene Blue from aqueous solutions by adsorption on Kaolin: Kinetic and equilibrium studies', *Applied Clay Science*, 153, pp. 38–45. doi: 10.1016/j.clay.2017.11.034.
- Nadimi, M., Ziarati Saravani, A., Aroon, M. A., *et al.* (2019) 'Photodegradation of methylene blue by a ternary magnetic TiO<sub>2</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/graphene oxide nanocomposite under visible light', *Materials Chemistry and Physics*, 225, pp. 464–474. doi: 10.1016/j.matchemphys.2018.11.029.
- Ningsih, S. K. W. (2017) 'SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL ZnO DOPED Cu<sup>2+</sup> MELALUI METODA SOL-GEL', *EKSAKTA: Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, 18(02), pp. 39–51.

- Noviarty, N. and Anggraini, D. (2014) 'Analisis Neodimium Menggunakan Metoda Spektrofotometri Uv-Vis', *PIN Pengelolaan Instalasi Nuklir*, (11), pp. 9–17. Available at: <http://jurnal.batan.go.id/index.php/pin/article/view/1136>.
- Nurhasni, M.Si, N., Mar'af, R. and Hendrawati, H. (2018) 'Pemanfaatan Kulit Kacang Tanah (*Arachis hipogaea* L.) sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru', *Jurnal Kimia VALENSI*, 4(2), pp. 156–167.
- Pan, B., Li, Y., Zhang, M., Wang, X., and Iglauer, S. (2020) 'Effect of total organic carbon (TOC) content on shale wettability at high pressure and high temperature conditions', *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 193(March), p. 107374. doi: 10.1016/j.petrol.2020.107374.
- Raganata, T. C., Aritonang, H. and Suryanto, E. (2020) 'SINTESIS FOTOKATALIS NANOPARTIKEL ZnO UNTUK MENDEGRADASI ZAT WARNA METHYLENE BLUE', *Chemistry Progress*, 12(2), pp. 54–58. doi: 10.35799/cp.12.2.2019.27923.
- Riapanitra, A., Setyaningtyas, T. and Riyani, K. (2004) 'PENENTUAN WAKTU KONTAK DAN pH OPTIMUM PENYERAPAN METILEN BIRU MENGGUNAKAN ABU SEKAM PADI Anung Riapanitra, Tien Setyaningtyas, Kapti Riyani Jurusan Kimia, Program Sarjana MIPA Unsoed Purwokerto', pp. 41–44.
- Rossetto, E., Petkowicz, D., Santos, J., Pergher, S. and Penha, F. (2010) 'Bentonites impregnated with TiO<sub>2</sub> for photodegradation of methylene blue', *Applied Clay Science*, 48(4), pp. 602–606. doi: 10.1016/j.clay.2010.03.010.
- Sandi, D. K., Baharianto, M. Y. and Astuti, D. H. (2021) 'Pembuatan Komposit Bentonit Dengan TiO<sub>2</sub> Untuk Menurunkan Kadar COD Dan BOD Limbah Cair Ayam Potong', *Journal of Chemical and Process Engineering*, 2(1),
- Sanjaya, H. (2018) 'DEGRADASI METIL VIOLET MENGGUNAKAN KATALIS ZnO-TiO<sub>2</sub> SECARA FOTOSONOLISIS', *EKSAKTA: Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, 19(1), pp. 91–99.
- Saraswati, A. and Nugraha, I. (2014) 'Sintesis Komposit Montmorillonit-TiO<sub>2</sub> Dan Aplikasinya Untuk Pengolahan Limbah Cair Pabrik Gula', pp. 501–511.
- Sari, A. R. *et al.* (2021) 'Sintesis Granul TiO<sub>2</sub> -Bentonit /Alginat Untuk Fotodegradasi Metilen Biru', *The Indonesian Green Technology Journal*, 10(2), pp. 50–57. doi: 10.21776/ub.igtj.2021.009.01.03.
- Setiyawati, D., Simpen, I. N. and Ratnayani, O. (2020) 'Fotodegradasi Zat Warna Limbah Cair Industri Pencelupan dengan Katalis Zeolit Alam/TiO<sub>2</sub> dan Sinar UV', *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 8(1), pp. 16–25.

- Suarya, P. (2008) 'Adsorpsi Pengotor Minyak Daun Cengkeh Oleh Lempung Teraktivasi Asam', *Jurnal Kimia*, 2(1), pp. 19–24.
- Vardikar, H.S, Bhanvase, B.A, Rathod, A.P, Sonawane, S. . (2018) 'Sonochemical Synthesis, Characterization and Sorption Study of Kaolin-Chitosan-TiO<sub>2</sub> Ternary Nanocomposite: Advantage over conventional method', *Materials Chemistry and Physics*. doi: 10.1016/j.matchemphys.2018.07.014.
- Walewangko, Y., Bujang, C. A. . and Rende, J. C. (2021) 'Analisis Komposisi Unsur Dan Jenis Mineral Batuan Gunungapi Sopotan Menggunakan Sem-Edx Dan Ftir', *Jurnal FisTa: Fisika dan Terapannya*, 2(1), pp. 55–60.
- Wang, T., Xia, M. and Kong, X. (2018) 'The pros and cons of polydopamine-sensitized titanium oxide for the photoreduction of CO<sub>2</sub>', *Catalysts*, 8(5). doi: 10.3390/catal8050215.
- Widihati, I., Diantariani, N. and Nikmah, Y. (2011) 'Fotodegradasi Metilen Biru Dengan Sinar UV dan Katalis Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>', *Jurnal Kimia*, 5(1), pp. 31–42.
- Wismayanti, D., Diantariani, N. and Santi, S. (2015) 'Pembuatan Komposit Zn-Arang Aktif Sebagai Fotokatalis Untuk Mendegradasi Zat Warna Metilen Biru', *Jurnal Kimia*, 9(1), pp. 109–116. doi: 10.24843/JCHEM.2015.v09.i01.p18.
- Wolski, L., Walkowiak, A. and Ziolk, M. (2019) 'Formation of reactive oxygen species upon interaction of Au/ZnO with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and their activity in methylene blue degradation', *Catalysis Today*, 333(2010), pp. 54–62.
- YILMAZ, A. (2021) 'Gold and Silver Bimetallic Core-shell Nanoparticles with a Polydopamine Interface as an Ideal Catalytic Nanosystem', *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 49(4), pp. 375–383.
- Zhang, Z., Xu, L., Liu, Y., Feng, R., Zou, T., Zhang, Y and Kang, Y. (2021) 'Efficient removal of methylene blue using the mesoporous activated carbon obtained from mangosteen peel wastes: Kinetic, equilibrium, and thermodynamic studies', *Microporous and Mesoporous Materials*, 315(November 2020), p. 110904. doi: 10.1016/j.micromeso.2021.110904.