

**FOTOKATALIS TITANIUM DIOKSIDA (TiO₂) DOPING
TEMBAGA (Cu) MENGGUNAKAN METODE SOL GEL
UNTUK FOTOTRANSFORMASI ZAT WARNA
*METHYLENE BLUE***

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar sarjana sains*



GHOURY KHARISMA ANJALI

NIM/TM. 19036011/2019

DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2023

PERSETUJUAN SKRIPSI

Fotokatalis Titanium Dioksida (TiO_2) Dopping Tembaga (Cu)


Menggunakan Metode Sol-Gel Untuk Fototransformasi

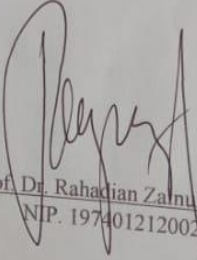
Zat Warna *Methylene Blue*

Nama : Ghoury Kharisma Anjali
NIM : 19036011
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Mengetahui:
Kepala Departemen

Padang, Februari 2024
Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing


Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001


Prof. Dr. Rahadian Zalmul., S.Pd., M.Si.
NIP. 197401212002121001

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

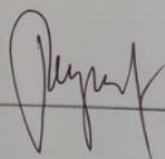
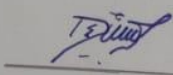
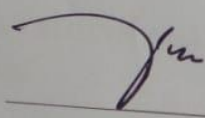
Nama : Ghoury Kharisma Anjali
NIM : 19036011
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Fotokatalis Titanium Dioksida (TiO_2) Dopping Tembaga (Cu) Menggunakan Metode Sol-Gel Untuk Fototransformasi Zat Warna *Methylene Blue*

Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Februari 2024

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Prof. Dr. Rahadian Zainul., S.Pd., M.Si,	
Anggota	: Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si	
Anggota	: Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

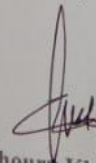
Nama : Ghoury Kharisma Anjali
NIM : 19036011
Tempat/Tanggal Lahir : Koto Baru/30 Juni 2001
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Fotokatalis Titanium Dioksida (TiO_2) Dopping Tembaga (Cu) Menggunakan Metode Sol-Gel Untuk Fototransformasi Zat Warna *Methylene Blue***

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran didalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi in, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, Februari 2024
Yang menyatakan



Ghoury Kharisma Anjali
NIM: 19036138

**Fotokatalis Titanium dioksida (TiO₂) Doping Tembaga (Cu)
Menggunakan Metode Sol-Gel Untuk Fototransformasi
Zat Warna *Methylene Blue***

Ghoury Kharisma Anjali

ABSTRAK

Methylene blue merupakan salah satu pewarna sintetik heterosiklik yang digunakan dalam industri tekstil, namun mempunyai dampak negatif terhadap kualitas air dan lingkungan sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk mendegradasi *Methylene blue* dengan metode fotokatalitik. Katalis yang digunakan untuk degradasi adalah TiO₂ yang didoping Cu 10%. Pada penelitian ini proses degradasi menggunakan sinar Uv 25 watt menggunakan reaktor. Proses degradasi dilakukan dengan variasi pengadukan pada kecepatan 1500 rpm dan tanpa pengadukan pada waktu 30, 60, 90 dan 120 menit. Hasil degradasi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis FTIR untuk melihat absorbansi sebelum dan sesudah degradasi, dan FTIR untuk melihat pergeseran ikatan senyawa. Hasil penelitian ini diperoleh bahwa degradasi dengan menggunakan pengadukan mempunyai persentase degradasi yang lebih tinggi dibandingkan tanpa pengadukan. Persentase degradasi maksimum yang diperoleh pada penelitian sebesar 92,31% dengan kecepatan pengadukan 1500 rpm selama 120 menit penyinaran.

Kata kunci : *Methylene blue*, Fotokatalis, TiO₂ doping Cu, Degradasi

**Copper (Cu) Doped Titanium Dioxide (TiO₂) Photocatalyst
Using Sol-Gel Methode For Phototransformation
of Methylene Blue dye**

Ghoury Kharisma Anjali

ABSTRACT

Methylene blue is a heterocyclic synthetic dye used in the textile industry, but it has a negative impact on water quality and the surrounding environment. This research aims to degrade Methylene blue using a photocatalytic method. The catalyst used for degradation is TiO₂ doped with 10% Cu. In this research, the degradation process uses 25watt Uv light using a reactor. The degradation process was carried out by varying stirring at a speed of 1500 rpm and without stirring at 30, 60, 90 and 120 minutes. The degradation results were measured using a UV-Vis spectrophotometer to see the absorbance before and after degradation, and FTIR to see the shift in compound bonds. The results of this research showed that degradation using stirring had a higher percentage of degradation than without stirring. The maximum degradation percentage obtained in the research was 92.31% with a stirring speed of 1500 rpm for 120 minutes of exposure.

Keywords: Methylene blue, photocatalyst, Cu-dopedTiO₂ 10% , degradation

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan dan karunia-Nya kepada penulis. Dengan rahmat dan karuni-Nya yang tak terhingga, Penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian ini dengan judul, **“Fotokatalis Titanium Dioksida (TiO₂) Doping Tembaga (Cu) menggunakan metode sol gel untuk fototransformasi zat warna *methylene blue*”**. Proposal penelitian ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam melakukan sebuah penelitian guna memperoleh gelar sarjana sains pada Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Dalam penyelesaian proposal penelitian ini, penulis banyak mendapat bantuan, perhatian, motivasi bahkan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Rahadian Zainul., M.Si, Ph.D sebagai pembimbing skripsi sekaligus pembimbing Akademik .
2. Bapak Umar Kalmar Nizar, S.Si., M.Si., Ph.D dan Bapak Budhi Oktavia.,S.Si., M.Si, Ph.D sebagai dosen pembahas.
3. Bapak Budhi Oktavia., S.Si., M.Si., Ph.D. sebagai Ketua Departemen Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
4. Bapak/Ibu Staf Pengajar, Laboran, dan karyawan jurusan kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
5. Orang tua penulis dan keluarga tercinta yang telah memberikan motivasi yang begitu luar biasa kepada penulis.

6. Teman teman Mahasiswa seperjuangan Departemen Kimia tahun 2019
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Semoga bantuan, bimbingan dan arahan serta dorongan yang telah diberikan kepada penulis mendapat pahala dan balasan dari Allah SWT. akhir kata hanya kepada Allah SWT tempat menyerahkan diri, Semoga penulis proposal penelitian ini dapat diterima sebagai amalan yang mendapatkan ridhonya, serta bermanfaat bagi yang membaca.

Padang, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	6
C. Batasan Masalah.....	7
D. Rumusan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian.....	7
F. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
A. <i>Methylene Blue</i>	9
B. Titanium dioksida (TiO ₂).....	11
C. Doping Tembaga (Cu).....	14
D. Fotokatalis.....	16
E. Metode Sol-Gel	18
F. Fototransformasi.....	19
G. Instrumen Karakterisasi	20
BAB III METODE PENELITIAN	26
A. Waktu dan Tempat Penelitian	26
B. Objek penelitian.....	26
C. Variabel Penelitian	26
D. Alat dan Bahan	26
E. Prosedur Kerja.....	27
1. Pembuatan desain reaktor	27
2. Preparasi fotokatalis TiO ₂ doping Cu	28
3. Pembuatan Larutan <i>Methylene blue</i>	29
4. Fototransformasi <i>Methylene blue</i>	29

F. Desain penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
A. Preparasi katalis TiO ₂ doping Cu menggunakan metode sol gel	31
B. Karakterisasi katalis TiO ₂ doping Cu	31
1. Hasil pengujian XRD (X-Ray Diffraction)	31
2. Hasil pengujian Spektrofotometer UV Vis DRS	33
C. Hasil pengujian larutan <i>methylene blue</i> 10 ppm	36
D. Fototransformasi <i>methylene blue</i> dengan pengadukan	37
E. Fototransformasi <i>methylene blue</i> tanpa pengadukan.....	39
F. Karakterisasi <i>methylene blue</i> FTIR	41
BAB V PENUTUP	43
A. Kesimpulan	43
B. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur <i>Methylene Blue</i>	9
Gambar 2. <i>Methylene Blue</i>	10
Gambar 3. Fotokatalis	12
Gambar 4. Titanium Oksida	15
Gambar 5. Struktur Titanium dioksida (TiO ₂).....	15
Gambar 6. Instrumen XRD	20
Gambar 7. Desain dasar penyerapan sinar ultraviolet atau cahaya tampak	23
Gambar 8. Desain Reaktor	27
Gambar 9. Pola Difraksi XRD TiO ₂ doping Cu 10%	32
Gambar 10. Kurva Energy <i>Band gap</i> TiO ₂ doping Cu 10%.....	34
Gambar 11. Spektrum panjang gelombang <i>Methylene blue</i>	32
Gambar 12. Fototransformasi <i>Methylene blue</i> dengan pengadukan.....	32
Gambar 13. Fototransformasi <i>Methylene blue</i> tanpa pengadukan	32
Gambar 14. Spektrum FTIR sebelum dan sesudah ditambahkan katalis.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 1.Data <i>Band gap</i> TiO ₂ doping Cu.....	34
Tabel 2.Data <i>Band gap</i> TiO ₂ doping Cu pada penelitian sebelumnya	35
Tabel 3.Degradasi <i>Methylene blue</i> tanpa pengadukan.....	37
Tabel 4.Degradasi <i>Methylene blue</i> dengan pengadukan 1500 rpm.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Sintesis TiO ₂ doping Cu menggunakan metode Sol-gel.....	49
Lampiran 2. Pembuatan Larutan <i>Methylene blue</i>	50
Lampiran 3. Skema fototransformasi <i>Methylene blue</i>	50
Lampiran 4. Perhitungan.....	52
Lampiran 5. Dokumentasi hasil penelitian.....	55
Lampiran 6. Rincian dana penelitian.....	60
Lampiran 7. Jadwal pelaksanaan penelitian.....	61
Lampiran 8. Pengujian XRD.....	62
Lampiran 9. Pengujian panjang gelombang <i>methylene blue</i> 10 ppm.....	74

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan unsur penting dalam kehidupan makhluk hidup, terutama manusia yang tidak bisa mengonsumsi air bersih secara langsung dari air sungai maupun dari sumber air bersih lainnya. Jumlah air bersih di Indonesia tidak sebanding dengan jumlah konsumsi penduduk Indonesia. Pencemaran air akibat dari pembuangan sampah sembarangan, pembuangan limbah industri dan pencemaran lainnya. Warna air sungai yang keruh diakibatkan oleh pembuangan limbah industri, terutama industri tekstil. Pertumbuhan sektor Industri tekstil yang meningkat dengan jumlah zat warna yang berpotensi dapat mencemari lingkungan. Salah satu zat warna yang banyak digunakan dalam industri adalah *methylene blue* (Firmansyah, B. W *et al*, 2019).

Pencemaran zat warna dalam air limbah industri merupakan salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh para peneliti lingkungan saat ini. Sejumlah besar limbah berwarna dibuang ke sungai melalui pabrik-pabrik seperti tekstil, kertas dan kosmetik. Zat warna yang terdapat pada air dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang sangat serius, yaitu dapat membakar mata, merangsang lambung dan menimbulkan gejala alergi, seperti mual dan diare. Namun, metode tradisional, yang melibatkan kimia dan fisik, dikatakan tidak berhasil karena sifat nondegradasi pewarna organik. Saat ini, metode pengendalian

pencemaran zat warna dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat beragam, Ada beberapa metode untuk menghilangkan zat warna dalam air termasuk degradasi biologis (Almehizia *et al.*, 2022), koagulasi-flokulasi (Nnaji *et al.*, 2022), adsorpsi (Machrouhi *et al.*, 2019a; Machrouhi *et al.*, 2022), filtrasi membran (Xiang *et al.*, 2022), oksidasi elektrokimia (Liu *et al.*, 2022), dan fotokatalis degradasi alitik (Elhalil *et al.*, 2019) telah digunakan. di antaranya Teknologi Fotokatalitik karena konsumsi energi yang rendah dan proses yang sederhana, kemampuan untuk mendegradasi polutan organik secara menyeluruh dan keuntungan lainnya telah menimbulkan dampak yang luas (Zhang, D *et al.*, 2018).

Meluasnya keberadaan pewarna organik di perairan limbah industri dari industri kertas, tekstil dan pakaian jadi mengakibatkan pencemaran lingkungan yang substansial. Beberapa penelitian melaporkan bahwa 10-12% pewarna seperti Rhodamine B, Victoria blue, Rose Bengal, Indigo Red, Carmine, Red 120, Eriochrome, *Methylene Blue* (MB), *Black-T* (EBT), dan *Thymol blue* digunakan setiap tahun di industri tekstil yang sebagian besar (20%) adalah hilang selama operasi sintesis dan pemrosesan dan berakhir di air limbah. Limbah yang tercemar pewarna ini terdiri dari pigmen yang tidak dapat terurai secara hayati, sangat beracun dan berwarna berbahaya bagi organisme hidup. Pewarna terlihat jelas di air bahkan pada konsentrasi yang sangat kecil (<1 ppm) dan mencemari air lingkungan. Oleh karena itu, penghilangan zat warna dari air limbah menjadi penting (Rafiq, A *et al.*, 2021).

Konstantinou, 2020 melaporkan bahwa pewarna tekstil dan industri barang terdiri dari salah satu kelompok terbesar organik beracun senyawa. Sekitar 17–20% pencemaran air memiliki kontribusi besar terkait dengan industri pencelupan dan tekstil finishing, seperti yang dilaporkan oleh Bank Dunia. Dari yang teridentifikasi kontaminan air limbah utama, Kant melaporkan bahwa 72 bahan kimia dilepaskan oleh pencelupan tekstil dan sekitar 30 di antaranya bahan kimia tidak dapat disembuhkan . Pada tahun 1974, Ekologi dan Asosiasi Toksikologi Industri Manufaktur Zat Warna (ETAD) didirikan untuk melindungi pelanggan dengan berkolaborasi dengan pemerintah untuk mengatasi masalah yang terkait dengan pengaruh Toksikologi produk mereka sendiri . Dari 4000 pewarna yang diuji dalam survei ETAD, 90% pewarna menunjukkan A nilai dosis mematikan medial (LD50) lebih besar dari 103 mg/kg 1 Dasar dan pewarna langsung mengungkapkan tingkat keracunan tertinggi di antara semua pewarna diazo diuji. (Rafiq, A *et al.*, 2021).

Beberapa kelompok penelitian mengeksplorasi sejumlah prosedur untuk mengatasi air limbah yang terkontaminasi pewarna menggunakan berbagai jenis fotokatalis. Ulasan ini mengevaluasi yang paling efektif nanomaterial untuk menghilangkan pewarna dari air limbah industri. Beragam nanomaterial (Titanium oksida, oksida besi, graphene nanokomposit, sulfida logam) (Rafiq, A *et al.*, 2021). Pewarna industri dapat mempengaruhi tanama karena mengurangi transmisi sinar matahari didalam air dan menimbulkan bahaya bagi kehidupan bawah air dan mungkin dapat bersifat mutagenik, karsiogenik dan menyebabkan bahaya serius bagi manusia, misalnya gagal ginjal, kerangka regeneratif, kerusakan

hati, gangguan mental dan kerusakan sistem sensorik manusia. Bahan pewarna memiliki dampak merusak dan mempengaruhi kualitas air (Jothirani *et al.*,2020).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengolah limbah pewarna dengan cara yang tidak merugikan kehidupan air. Saat ini telah berkembang metode fotodegradasi untuk pengolahan warna tekstil. Fotokatalis adalah proses memecah senyawa organik menjadi molekul yang lebih sederhana menggunakan energi foton dan sinar ultraviolet. Senyawa fotokatalis merupakan senyawa yang digunakan dalam metode ini. Untuk mempercepat terjadinya transformasi kimia, proses yang dikenal sebagai fotokatalis membutuhkan kombinasi reaksi fotokimia dan katalis berbasis cahaya. Katalis yang digunakan disebut sebagai bahan fotokatalis karena transformasi terjadi pada permukaan katalis (Vaino V, 2019).

Methylene blue adalah pewarna kationik dari kelompok azo yang biasa digunakan untuk mewarnai kapas, wol, kain, dan sutera. Pembuangan pewarna sintetik tanpa pengolahan sebelumnya menghasilkan tinggi konsentrasi permintaan oksigen kimia (COD) dan peningkatan toksisitas dalam sistem air. Oleh karena itu, upaya adalah diperlukan untuk menghilangkan pewarna MB dari air limbah untuk mempertahankan air ekosistem dan menjamin ketersediaan air bersih bagi manusia (Patawa *et al.*, 2020). Sifat metilen biru juga berdampak pada sistem ekologi karena mencemari air dengan zat warna yang mematikan kehidupan akuatik. Metilen biru sulit untuk dihilangkan dari limbah karena struktur kompleks dari molekul aromatiknya membuatnya sulit untuk diurai.

Pertukaran ion, reverse osmosis, filtrasi membran, koagulasi, teknik pemulihan evaporatif, adsorpsi, dan fotokatalis adalah beberapa metode yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi biru metilen. Metode lain termasuk fototransformasi, Adsorpsi adalah proses yang paling sering digunakan. Namun, pendekatan ini kurang efektif karena biaya operasional regenerasi yang tinggi untuk setiap siklus penyerapan (Hussin *et al.*, 2020) dan sering menimbulkan masalah lingkungan baru.

Pemurnian air, unit pembersih udara, pelapis antimikroba, dan kaca pembersih sendiri hanyalah beberapa dari sekian banyak penggunaan komersial untuk teknik fotokatalitik TiO_2 . Ada peningkatan yang stabil dalam jumlah paten yang berkaitan dengan degradasi fotokatalitik senyawa organik berbahaya. Namun, karena energi celah pita TiO_2 yang tinggi 3,2eV, mayoritas dari mereka terus menggunakan lampu UV sebagai sumber cahaya. Hal ini membuat penggunaan sinar matahari kurang efisien karena hanya menggunakan kurang dari 5% spektrum (fraksi UV sinar matahari). Karena konsumsi energinya yang tinggi dan kenaikan biaya pengoperasian sistem fotokatalitik TiO_2 , lampu UV saat ini menghadirkan masalah serius. Keterbatasan penggunaan TiO_2 untuk mendegradasi polutan organik akan dihilangkan dengan memodifikasi fotokatalis TiO_2 untuk menggunakan cahaya tampak untuk aktivitasnya. Akibatnya, fotokatalis titanium dioksida yang dapat menggunakan sinar matahari atau cahaya dalam ruangan secara efektif saat ini sedang dikembangkan (Anpo, 2020).

Celah pita energi semikonduktor TiO_2 adalah 3,2 eV, oleh karena itu, untuk mengurangi celah pita energi TiO_2 diperlukan pendoping dengan dopan yang berbeda. Dopan yang digunakan dapat digunakan untuk menghasilkan sifat optik dan fotokatalis TiO_2 . Akibatnya, ini adalah salah satu transien logaritmik yang lebih menarik. Ia memiliki ion jari-jari Cu^{2+} (0,68) yang tidak sejajar dengan jari-jari Ti^{4+} (0,74), yang memungkinkannya berinteraksi dengan kristal TiO_2 . Dengan menggunakan metode sol-gel dilakukan pendoping (Zila, 2020).

Metode Sol-gel dapat digunakan untuk mensintesis bahan dengan ukuran kecil. Prekursor dihidrolisis dan dipadatkan dalam prosedur Sol-Gel, dan suhu kalsinasi digunakan untuk membuat gel yang membentuk struktur jaringan kristal. Dengan menggunakan metode ini agar didapatkan hasil sintesis yang lebih efektif pada penelitian ini.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. *Methylene blue* merupakan zat pewarna yang digunakan pada industri besar yang bisa memicu kerusakan lingkungan dan mencemari perairan.
2. Partikel TiO_2 memiliki nilai band gap (3,0-3,2 eV) energi yang kurang efisien ketika diaplikasikan pada daerah sinar tampak. Oleh karena itu dilakukan pendopingan dengan Cu untuk meningkatkan sifat fotokatalitik pada TiO_2 .
3. Beberapa metode telah diupayakan dalam penelitian salah satunya adalah dengan penggunaan fotokatalis.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka penulis membatasi masalah penelitian ini, yaitu :

1. Fotokatalis TiO_2 doping Cu disintesis dengan metode Sol-Gel.
2. Karakterisasi fotokatalis dilakukan dengan instrumen XRD dan Spektrofotometer UV-Vs.
3. Aplikasi fotokatalis selama degradasi zat warna *Methylene blue* di bawah kondisi sinar Uv, waktu degradasi 30, 60, 90 dan 120 menit kecepatan pengadukan 1500 rpm, dan tanpa kecepatan pengadukan.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana efisiensi fotokatalis TiO_2 doping Cu untu fototransformasi zat warna *Methylene blue* ?
2. Bagaimana pengaruh waktu pada fototransformasi *Methylene blue*?
3. Bagaimanapengaruh kecepatan putaran pengadukan pada fototransformasi *Methylene blue* ?
4. Bagaimana karakterisasi katalis TiO_2 doping Cu menggunakan XRD dan spektrofotometer UV-Vs ?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang diharapkan dari penelitian ini ialah:

1. Untuk mengetahui efisiensi fotokatalis TiO_2 doping Cu untuk fototransformasi *Methylene blue*.
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu pada fototransformasi *Methylene blue*.

3. Untuk mengetahui kecepatan putaran pengadukan pada fototransformasi *Methylene blue*.
4. Untuk menganalisis karakterisasi katalis TiO_2 doping Cu menggunakan XRD dan spektrofotometer UV-Vs.

F. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai karakteristik material fotokatalis TiO_2 doping Cu yang disintesis dengan metode sol-gel.
2. Memberikan informasi ilmiah mengenai aktivitas katalitik TiO_2 -Cu terhadap fototransformasi *Methylene blue* secara efektif dan efisien.
3. Membantu pengembangan ilmu dalam menangani pengolahan *Methylene blue* yang berdampak pada lingkungan.