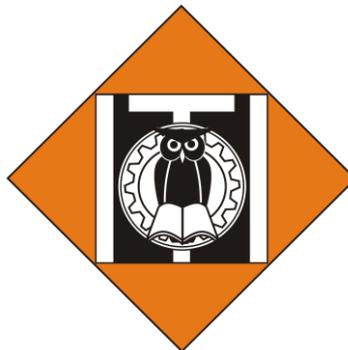


**LAPORAN AKHIR PENELITIAN
DANA MANDIRI**



**APLIKASI (Pt -TiO₂)/CdS UNTUK FOTODEGRADASI ZAT WARNA
TEKSTIL BASE RED 218**

Ketua : Dr.Ir. Ratnawati, M Eng.Sc 0301036303. Ketua

Anggota : Drs Singgih H MSi (Alm) 0318025903. Anggota 1

Mega Indah Permatasari 1141700009. Anggota 2

Rafika Dzakya Nugrahayu 1141700027. Anggota 3

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
SEPTEMBER, 2021**

HALAMAN PENGESAHAN

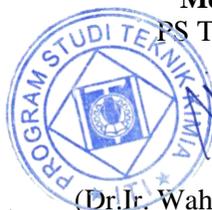
Judul Penelitian : Aplikasi (Pt-Tio₂)/CdS untuk Fotodegradasi Zat Warna
Tekstil Base Red 218
Jenis Penelitian : Mandiri
Bidang Penelitian : Material
Tujuan Sosial Ekonomi : -
Peneliti
a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Ratnawati, MEngSc
b. NIDN : 0301036303
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala IV/A
d. Program Studi : Teknik Kimia
e. Nomor HP : 083896259050
f. Alamat Surel (*e-mail*) : rnwt63@yahoo.co.id
Anggota Peneliti 1
a. Anggota Peneliti 2
a. Nama Lengkap : Drs Singgih Hartanto MSi (Alm)
b. NIDN : 0318025903
c. Institusi : ITI
Anggota Mahasiswa 1 (Jika ada)
a. Nama Lengkap : Mega Indah Permatasari
b. NRP : 1141700009
Anggota Mahasiswa 2 (Jika ada)
a. Nama Lengkap : Rafika Dzakya Nugrahayu
b. NRP : 1141700027
Institusi Sumber Dana : Mandiri
Biaya Penelitian : Rp 4.000.000
Kerjasama Mitra : LIPI Fisika

Kota Tangerang Selatan, 7 September 2021

Mengetahui,

PS Teknik Kimia

Ketua



(Dr. Ir. Wahyudin, ST, MSc)

NIDN : 0323107606

Ketua Tim

(Dr. Ir. Ratnawati, MEngSc)

NIDN : 0301036303

Menyetujui,

Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat (PRPM) – ITI

Kepala

(Dr. Ir. Joelianingsih, MT.)

NIDN : 031007640



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul “Aplikasi (Pt-TiO₂)/CdS untuk Fotodegradasi Zat Warna Tekstil *Base Red 218*”. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada civitas program Study Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia yang telah membantu penulis.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan penelitian ini masih banyak kekurangan, untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan. Penulis berharap semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Tangerang Selatan, 6 September 2021

Penulis

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan sandang akibat pertumbuhan penduduk mempengaruhi industri tekstil dalam meningkatkan produksinya, dimana dalam prosesnya menggunakan zat warna sebagai pewarna tekstil salah satunya zat warna *Base Red 218*. Aplikasi (Pt-TiO₂)/CdS telah dilakukan untuk mendapatkan kondisi optimum dalam fotodegradasi larutan zat warna tekstil *Base Red 218*. Pembuatan fotokatalis dengan metode presipitasi, reduksi kimia dan sonikasi/hydrothermal. Proses fotodegradasi zat warna *Base Red 218* dilakukan dengan berbagai konsentrasi awal *Base Red 218*, jumlah massa (Pt-TiO₂)/CdS, dan sumber cahaya. Konsentrasi awal *Base Red 218* yang divariasikan yaitu 15, 30, dan 60 ppm. Variasi jumlah massa (Pt-TiO₂)/CdS yaitu 0.5 gr; 1 gr; dan 2 gr dalam 1 liter limbah. Sumber cahaya divariasikan dengan lampu merkuri dan matahari. Pengambilan sampel dilakukan selama 0, 60, 120, dan 180 menit. Analisa persentase degradasi *Base Red 218* diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Hasil karakterisasi TEM menunjukkan Pt dan CdS telah terdekorasi pada permukaan TiO₂ sehingga terbentuk (Pt-TiO₂)/CdS dengan nilai bandgap sebesar 2.60 e.V dari karakterisasi UV-Vis DRS. Hasil aplikasi pada larutan zat warna *Base Red 218* yaitu penurunan konsentrasi *Base Red 218* yang optimum ditunjukkan pada konsentrasi 15 ppm. Jumlah massa (Pt-TiO₂)/CdS yang optimum dicapai pada massa fotokatalis sebesar 2 gr/L. Dan sumber cahaya yang optimum yaitu dari lampu merkuri.

Kata kunci: Fotokatalis, (Pt-TiO₂)/CdS, Zat warna *Base Red 218*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I	12
PENDAHULUAN	12
1.1 Latar Belakang	12
1.2 Rumusan Masalah	13
1.3 Tujuan Penelitian.....	14
1.4 Manfaat.....	14
BAB II.....	15
TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1 Fotokatalis	15
2.2 Titanium Dioksida (TiO ₂).....	15
2.3 Cadmium Sulfida (CdS)	16
2.4 Platina (Pt).....	16
2.5 Limbah Industri Tekstil	16
2.6 Zat Warna	17
2.7 Parameter Yang Diuji.....	17
2.7.1 Penentuan Konsentrasi Zat Warna	17
2.7.2 <i>Chemical Oxygen Demand</i>	18

2.8	Metode Komposit (Pt-TiO ₂)/CdS	18
2.8.1	Metode <i>Chemical Reduction</i>	18
2.8.2	Metode <i>Hydrothermal</i>	18
BAB III		19
METODE PENELITIAN		19
3.1	Alat dan Bahan	19
3.1.1	Rangkaian Alat Penelitian	19
3.1.2	Bahan	20
3.2	Variabel Penelitian	21
3.2.1	Variabel Bebas	21
3.2.2	Variabel Tetap	21
3.3	Prosedur Penelitian	21
3.3.1	Preparasi CdS	21
3.3.2	Sintesis Pt-TiO ₂	23
3.3.3	Sintesis TiO ₂ -CdS	24
3.3.4	Sintesis (Pt-TiO ₂)/CdS	25
3.3.5	Karakterisasi Komposit (Pt-TiO ₂)/CdS	26
3.3.6	Preparasi Larutan Induk Zat Warna <i>Base Red 218</i>	26
3.3.7	Penentuan Kurva Deret Standar dan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna <i>Base Red 218</i>	26
3.3.8	Aplikasi Fotokatalis pada Limbah Zat Warna <i>Base Red 218</i>	27
3.3.9	Diagram Alir Penelitian secara Keseluruhan	29
BAB IV		30
HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Preparasi Cadmium Sulfida (CdS)	30
4.2	Sintesis Pt-TiO ₂	31

4.3	Sintesis (Pt-TiO ₂)/CdS	33
4.4	Karakteristik Komposit Fotokatalis.....	33
4.4.1	Karakteristik TEM	33
4.4.2	Karakteristik Spektrofotometri UV-Vis DRS	39
4.5	Larutan Zat Warna <i>Base Red 218</i>	46
4.5.1	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (λ_{maks})	46
4.5.2	Penentuan Kurva Deret Standar	47
4.6	Pengaruh Kondisi Reaksi terhadap Degradasi Larutan <i>Base Red 218</i>	49
4.7	Pengaruh Konsentrasi Larutan Zat Warna <i>Base Red 218</i> terhadap kinerja fotokatalis (Pt-TiO ₂)/CdS	51
4.8	Pengaruh Massa Fotokatalis (Pt-TiO ₂)/CdS terhadap Degradasi Zat Warna <i>Base Red 218</i>	53
4.9	Pengaruh Sumber Cahaya terhadap Degradasi Larutan Zat Warna <i>Base Red 218</i>	57
4.10	Pengaruh Jenis Fotokatalis terhadap Degradasi Larutan Zat Warna <i>Base Red 218</i>	59
4.11	Analisa COD	61
BAB V.....		63
KESIMPULAN DAN SARAN.....		63
DAFTAR PUSTAKA		64
LAMPIRAN.....		71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Rangkaian Alat Penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Diagram Alir Preparasi CdS.....	22
Gambar 3. 3 Diagram Alir Sintesis Pt-TiO ₂	23
Gambar 3. 4 Diagram Alir Sintesis TiO ₂ -CdS.....	24
Gambar 3. 5 Diagram Alir Sintesis (Pt-TiO ₂)/CdS.....	25
Gambar 3. 6 Diagram Alir Preparasi Larutan Induk Zat Warna <i>Base Red 218</i>	26
Gambar 3. 7 Diagram Alir Penentuan Kurva Deret Standar dan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna <i>Base Red 218</i>	27
Gambar 3. 8 Diagram Alir Aplikasi Fotokatalis pada Limbah Zat Warna Tekstil	28
Gambar 3. 9 Diagram Alir Aplikasi (Pt-TiO ₂)/CdS untuk Fotodegradasi Zat Warna <i>Base Red 218</i>	29
Gambar 4. 1 <i>Cadmium Sulfide</i>	31
Gambar 4. 2 <i>Pt-TiO₂</i>	32
Gambar 4. 3 (Pt-TiO ₂)/CdS.....	33
Gambar 4. 4 Pembesaran Morfologi TiO ₂ -CdS	34
Gambar 4. 5 Hasil Pengukuran <i>d-spacing</i> TiO ₂ -CdS	34
Gambar 4. 6 <i>Selected Area Electron Diffraction</i> TiO ₂ -CdS	35
Gambar 4. 7 Morfologi Pt-TiO ₂	36
Gambar 4. 8 Pembesaran Morfologi Pt-TiO ₂	36
Gambar 4. 9 Hasil Pengukuran <i>d-spacing</i> Pt-TiO ₂	37
Gambar 4. 10 <i>Selected Area Electron Diffraction</i> Pt-TiO ₂	37
Gambar 4. 11 Pembesaran Morfologi (Pt-TiO ₂)/CdS	38
Gambar 4. 12 Hasil Pengukuran <i>d-spacing</i> (Pt-TiO ₂)/CdS	38
Gambar 4. 13 <i>Selected Area Electron Diffraction</i> (Pt-TiO ₂)/CdS	39
Gambar 4. 14 Grafik Spektrum Uji UV-Vis DRS (Pt-TiO ₂)/CdS.....	40
Gambar 4. 15 Grafik hubungan antara Absolute R% terhadap panjang gelombang untuk fotokatalis TiO ₂ -CdS.....	41
Gambar 4. 16 Grafik hubungan antara (F(R)hv) ^{1/2} terhadap e.V untuk fotokatalis TiO ₂ -CdS.....	41
Gambar 4. 17 Spektrum Uji UV-Vis DRS TiO ₂ -CdS.....	42

Gambar 4. 18 Grafik hubungan antara Absolute R% terhadap panjang gelombang untuk fotokatalis Pt-TiO ₂	43
Gambar 4. 19 Grafik hubungan antara $(F(R)hv)^{1/2}$ terhadap e.V untuk fotokatalis Pt-TiO ₂	43
Gambar 4. 20 Spektrum Uji UV-Vis DRS (Pt-TiO ₂)/CdS.....	44
Gambar 4. 21 Grafik hubungan antara Absolute R% terhadap panjang gelombang untuk fotokatalis (Pt-TiO ₂)/CdS.....	45
Gambar 4. 22 Grafik hubungan antara $(F(R)hv)^{1/2}$ terhadap e.V untuk fotokatalis (Pt-TiO ₂)/CdS.....	45
Gambar 4. 23 Grafik hubungan antara $(F(R)hv)^{1/2}$ terhadap e.V untuk berbagai jenis fotokatalis.....	46
Gambar 4. 24 Spektrum absorpsi larutan zat warna <i>Base Red 218</i> 10 ppm	47
Gambar 4. 25 Kurva Deret Standar <i>Base Red 218</i>	48
Gambar 4. 26 Penurunan konsentrasi larutan zat warna <i>Base Red 218</i> pada berbagai kondisi terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm dan massa fotokatalis 1 gr/L	49
Gambar 4. 27 Kurva %degradasi larutan zat warna <i>Base Red 218</i> pada berbagai kondisi terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm dan massa fotokatalis 1 gr/L.....	50
Gambar 4. 28 Perubahan warna larutan zat warna <i>Base Red 218</i> 15 ppm.....	51
Gambar 4. 29 Perubahan warna larutan zat warna <i>Base Red 218</i> 30 ppm.....	51
Gambar 4. 30 Perubahan warna larutan zat warna <i>Base Red 218</i> 55 ppm.....	51
Gambar 4. 31 Kurva %Degradasi larutan zat warna <i>Base Red 218</i> pada berbagai variasi konsentrasi terhadap waktu untuk penggunaan fotokatalis 1 g/L	53
Gambar 4. 32 Kurva penurunan konsentrasi larutan zat warna <i>Base Red 218</i> pada berbagai variasi massa (Pt-TiO ₂)/CdS terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm.....	54
Gambar 4. 33 Kurva %Degradasi larutan zat warna <i>Base Red 218</i> pada berbagai variasi massa (Pt-TiO ₂)/CdS terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm ...	54
Gambar 4. 34 Perubahan warna larutan zat warna <i>Base Red 218</i> variasi massa fotokatalis 0.5 g/L (kiri ke kanan : 0, 60, 120, dan 180 menit).....	55

Gambar 4. 35 Perubahan warna larutan zat warna <i>Base Red 218</i> variasi massa fotokatalis 1 g/L (kiri ke kanan : 0, 60, 120, dan 180 menit).....	55
Gambar 4. 36 Perubahan warna larutan zat warna <i>Base Red 218</i> variasi massa fotokatalis 2 g/L (kiri ke kanan : 0, 60, 120, dan 180 menit).....	55
Gambar 4. 37 Kurva %Degradasi larutan zat warna <i>Base Red 218</i> pada berbagai variasi massa (Pt-TiO ₂)/CdS terhadap waktu dengan konsentrasi awal 30 ppm ...	56
Gambar 4. 38 Kondisi larutan dengan berbagai variasi massa fotokatalis (Pt-TiO ₂)/CdS.....	57
Gambar 4. 39 Kurva penurunan konsentrasi larutan zat warna <i>Base Red 218</i> pada berbagai variasi sumber cahaya terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm dan massa fotokatalis (Pt-TiO ₂)/CdS 1 g/L.....	58
Gambar 4. 40 Kurva %degradasi larutan zat warna <i>Base Red 218</i> pada berbagai variasi sumber cahaya terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm dan massa fotokatalis (Pt-TiO ₂)/CdS 1 g/L	59
Gambar 4. 41 Kurva penurunan konsentrasi larutan zat warna <i>Base Red 218</i> pada berbagai variasi jenis fotokatalis terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm dan massa fotokatalis 1 g/L.....	60
Gambar 4. 42 Kurva %degradasi larutan zat warna <i>Base Red 218</i> pada berbagai variasi jenis fotokatalis terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm dan massa fotokatalis 1 g/L	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Daftar Alat.....	19
Tabel 3. 2 Bahan Preparasi CdS.....	20
Tabel 3. 3 Bahan Sintesis Pt-TiO ₂	20
Tabel 3. 4 Bahan Sintesis CdS-TiO ₂	20
Tabel 3. 5 Bahan Sintesis (Pt-TiO ₂)/CdS.....	21
Tabel 3. 6 Bahan Larutan Zat Warna <i>Base Red 218</i>	21
Tabel 4. 1 Nilai <i>bandgap</i> berbagai fotokatalis.....	46
Tabel 4. 2 Konsentrasi dan Absorbansi <i>Base Red 218</i>	48
Tabel 4. 3 Hasil penurunan konsentrasi larutan zat warna <i>Base Red 218</i>	52
Tabel 4. 4 Nilai COD.....	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan industri, pembungan limbah dari sisi volume dan jenisnya yang berbeda pada setiap daerah, dengan konsentersasi serta kuantitas tertentu memiliki dampak negatif yaitu peningkatan resiko kerusakan lingkungan dan juga bagi kesehatan manusia (Enrico, 2019).

Pencemaran air dan sifat toksik bagi makhluk hidup didalam air juga dapat menurunkan nilai syarat konsumsi dari ikan disebabkan oleh limbah yang dibuang ke lingkungan (Rohayati *dkk*, 2017). Jika zat warna tersebut memiliki konsentrasi dengan kadar yang tinggi dapat bersifat toksik dan karsinogenik. Zat warna yang biasa digunakan adalah zat warna *Methyl Orange*, *Remazol Red RB 133*, *Base Red 218*, dan *Benzidin*.

Untuk mengatasi hal tersebut telah dilakukan beberapa penelitian tentang pengolahan limbah cair dari industri tekstil diantaranya yaitu dengan metode reverse osmosis, sistem lumpur aktif, metode elektrolisis, dan metode pengolahan secara aerob dan anerob (Sitanggang, 2017: Rohayati *dkk*, 2017). Namun, masing-masing metode tersebut memiliki kekurangan. Pada metode konvensional tidak efektif dalam mendegradasi zat pencemar, dan memerlukan biaya yang cukup tinggi. (Riskiani *dkk*, 2019). Karenanya pengolahan limbah zat warna industri tekstil perlu dilakukan dengan metode alternatif.

Metode fotokatalis merupakan salah satu cara metode yang efektif dalam pengolahan limbah cair (Sucahya *dkk*, 2016). Beberapa semikonduktor yang digunakan dalam proses fotokatalisis yaitu TiO_2 , SnO_2 , WO_3 , CdS (Sucahya *dkk*, 2016: Aggarwal, 2016). TiO_2 memiliki beberapa keunggulan, tidak beracun, harga yang terjangkau, memiliki aktivitas fotokatalis yang baik (Sucahya *dkk*, 2016). TiO_2 mempunyai energi celah pita (bandgap) yang besar (3.2 eV) dengan serapan panjang gelombang pada daerah UV yang bekisar mulai 350-400 nm sehingga pada aplikasinya efisiensi pemanfaatan cahaya matahari kurang maksimal karena hanya 4-5% spectra dari cahaya matahari berada pada daerah UV, sedangkan 45% spectra

berada di daerah sinar tampak (A.D Rosanti, 2020). Untuk meningkatkan aktivitas katalis TiO_2 , salah satunya dengan penambahan dopan logam seperti logam Pt dengan mengkompositkan CdS untuk menurunkan energi *bandgap*.

Penelitian sebelumnya, yang telah dilakukan oleh (Utomo *dkk*, 2018) pengaruh konsentrasi SO_4^{2-} dan pH terhadap degradasi Congo Red menggunakan fotokatalis N- TiO_2 hasilnya adalah penurunan konsentrasi pada menit-menit awal kemampuan fotokatalitik masih baik, pada waktu 30 menit dan 40 menit masih mengalami kenaikan persen degradasinya yaitu 46,94% dan 54,95% tetapi tidak sebesar pada 15 menit awal. Adapun, penelitian yang dilakukan (Ratnawati *dkk*, 2019) mengenai *Visible Light Induced Photocatalysis On CdS-Modified TiO_2 For Textile Wastewater Treatment*, diperoleh hasil yang dapat menurunkan nilai COD pada loading CdS (0,1,5,dan 9w%) masing-masing sebesar 34, 50, 44 dan 38%, namun penurunan tersebut belum dapat memenuhi standar baku mutu. Sementara itu, penelitian lain yang telah dilakukan oleh (Widyasari, 2020) mengenai Pengaruh Modifikasi Permukaan TiO_2 Menggunakan Ag Nanopartikel Terhadap Aktivitas Fotokatalitiknya Untuk Degradasi Methyl Orange diperoleh penurunan kadar zat warna methyl orange menggunakan variasi Ag nanopartikel- TiO_2 yaitu 0,25; 0,5; 1; 1,5; dan 2% dimana hasil yang paling optimal pada variasi Ag 1,5% yaitu sebesar 96,01%. Dari penelitian tersebut dapat dilihat bahwa modifikasi permukaan TiO_2 dengan logam Ag dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik dalam mendegradasi senyawa methyl orange.

Dengan demikian, penelitian ini dilakukan, untuk mengaplikasikan komposit CdS/(Pt- TiO_2) kedalam zat warna tekstil *Base Red 218* dan mendapatkan kondisi optimum proses yang mampu menyelesaikan masalah kualitas dan kuantitas baku air dalam pengolahan limbah cair industri dengan bantuan sinar UV-Vis. Metode yang digunakan untuk mengkompositkan Pt- TiO_2 ialah reduksi kimia, dan pengkompositan CdS terhadap Pt- TiO_2 menggunakan metode hidrotermal.

1.2 Rumusan Masalah

1. Seberapa jauh kemampuan (Pt- TiO_2)/CdS terhadap pengaruh konsentrasi zat warna tekstil *Base Red 218* ?

2. Bagaimana pengaruh massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS dalam pengolahan limbah zat warna tekstil *Base Red 218* ?
3. Bagaimana pengaruh sumber sinar pada proses fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS dalam pengolahan limbah zat warna tekstil *Base Red 218* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Mempelajari seberapa jauh kemampuan (Pt-TiO₂)/CdS terhadap pengaruh konsentrasi zat warna tekstil *Base Red 218*
2. Mempelajari pengaruh massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS dalam pengolahan limbah zat warna tekstil *Base Red 218*
3. Mempelajari pengaruh sumber sinar pada proses fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS dalam pengolahan limbah zat warna tekstil *Base Red 218*

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah bisa berkontribusi dalam hal pengolahan limbah tekstil sehingga bisa mengurangi dampak lingkungan. Disamping itu, metode ini bisa diujicobakan untuk aplikasi pengolahan limbah cair yang lain sehingga tercipta *clean production*.

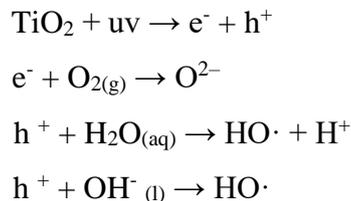
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fotokatalis

Fotokatalis merupakan suatu proses kombinasi reaksi fotokimia yang memerlukan unsur cahaya dan katalis untuk mempercepat terjadinya transformasi kimia. Transformasi tersebut terjadi pada permukaan katalis, katalis yang digunakan disebut sebagai material fotokatalis (Vaiano V, 2015). Salah satu contoh material fotokatalis yang sering digunakan adalah semikonduktor oksida (Vossoughi *et al*, 2014).

Ketika TiO₂ terkena cahaya ($\lambda < 385$ nm) akan menghasilkan elektron (e⁻) dan lubang positif (h⁺), yang dapat menginisiasi reaksi kimia dipermukaannya. Elektron kemudian berinteraksi dengan oksigen menghasilkan O²⁻ sementara h⁺ berinteraksi dengan air menghasilkan radikal hidroksil.



Daya oksidasi kuat spesi kimia tersebut terbukti dapat menghancurkan polutan dan mikroorganisme. (Sani *dkk*, 2009)

2.2 Titanium Dioksida (TiO₂)

Titanium Dioksida atau dikenal dengan Titania yang secara alami merupakan oksida dari titanium. Beberapa keunggulan yang dimiliki diantaranya memiliki sifat optik yang baik, tidak beracun, harganya murah dan memiliki aktivitas fotokatalis yang baik (Smith *et al*, 2010; Chen *et al*, 2012; Pang *et al*, 2012; Habib *et al*, 2016)

Titania memiliki tiga jenis bentuk kristal, diantaranya: rutil, anatase, dan brookite. yang dapat dilihat pada Gambar 2.1. Ketiganya diaplikasikan dari mulai cat, sunscreen, sampai pewarna makanan (Sivakumar *dkk*, 2015). Diantara ketiganya, umumnya titania berada dalam bentuk rutil dan anatase yang keduanya

berstruktur tetragonal yang secara termodinamika anatase lebih stabil daripada rutil (Rahman *dkk*, 2014).

2.3 Cadmium Sulfida (CdS)

Cadmium sulfide (CdS) memiliki koefisien absorpsi yang tinggi sehingga sebagian besar cahaya dapat diabsorpsi pada CdS (Roynizar, 2013). Bahan CdS (cadmium sulfide) merupakan paduan dua bahan semikonduktor Cd dan S yang membentuk konduksi tipe-N. dan mempunyai energi gap sekitar 2,4 eV (Wirjoadi *dkk*, 2007).

2.4 Platina (Pt)

Platina (Pt) merupakan logam inert. Platina merupakan unsur golongan transisi yang diaplikasikan sebagai material katalis untuk berbagai keperluan contohnya seperti katalis pada reaksi kimia. Serbuk platina dapat digunakan untuk menganalisis reaksi pembakaran hidrogen. Oleh karena ketahanan korosinya, platina juga sering digunakan untuk pelapisan pada komponen elektronik. Proses pelapisan yang dapat digunakan adalah *electroplating* dalam suatu wadah yang berisi platina diklorida, PtCl₂, atau platina tetraklorida, PtCl₄ (Sofyan, 2019).

2.5 Limbah Industri Tekstil

Khusus industri tekstil yang di dalam proses produksinya mempunyai unit Finishing- Pewarnaan (dyeing) mempunyai potensi sebagai penyebab pencemaran air dengan kandungan amoniak yang tinggi. (Kevino, 2016). Masalah lingkungan yang utama dalam industri tekstil adalah limbah dari proses pencelupan. Zat warna, logam berat dan konsentrasi garam yang tinggi merupakan polutan air (Renata, 2014). Untuk zat warna reaktif ini adalah suatu zat warna yang biasa digunakan untuk pewarna batik (Kamal, 2012). Pada penggunaannya, zat pewarna ini hanya dipakai sedikit dan sisanya akan dibuang sebagai limbah. Apabila limbah terbuang ke sungai, limbah ini akan menaikkan *chemical oxygen demand*, *biological oxygen demand*, menimbulkan padatan tersuspensi, menurunkan kualitas air dan bahan-bahan kimia berbahaya (Sitanggang, 2017). Pada umumnya proses desizing pada pabrik tekstil menyumbang sekitar 50% dari seluruh air limbah tekstil yang dihasilkan (Babu *dkk*, 2007; Volmajer Valh *dkk*, 2011). Karakteristik limbah tekstil

yang bisa dibuang ke lingkungan bisa dilihat di Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51/MENLH/10/2014.

2.6 Zat Warna

Perkembangan industri di bidang sandang, pangan, kosmetik dan farmasi serta terbatasnya jumlah zat pewarna alami menyebabkan peningkatan penggunaan zat warna sintetis (Paryanto *dkk*, 2012). Kemajuan teknologi mampu menciptakan zat pewarna sintetis dengan berbagai variasi warna (Manurung, 2012). Zat pewarna sintetis memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan zat pewarna alam yaitu antara lain, mudah diperoleh di pasar, ketersediaan warna terjamin, jenis warna beragam dan lebih praktis serta lebih mudah digunakan (Suarsa *dkk*, 2011; Kartina *dkk*, 2013). Pewarna sintetis, lebih stabil, lebih tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan, daya mewarnainya lebih kuat dan memiliki rentang warna yang lebih luas (Kartina *dkk*, 2013) serta tidak mudah luntur dan berwarna cerah (Kant, 2012). Beberapa zat warna yang banyak digunakan untuk mewarnai serat dan kain seperti Zat warna Direk, Zat warna Asam, Zat warna Basa, Zat warna naphthol termasuk zat warna Azo (“Developed Azo Dyes”), Zat Warna Indigosol, dan Zat Warna Reaktif.

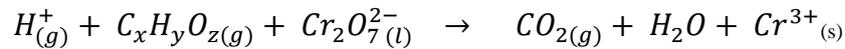
2.7 Parameter Yang Diuji

2.7.1 Penentuan Konsentrasi Zat Warna

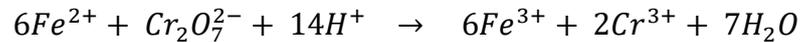
Analisis kuantitatif dalam penentuan konsentrasi zat warna dapat dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Visible. Spektrofotometer UV-Visible memanfaatkan sinar dengan panjang gelombang 180-380 nm untuk daerah UV dan 380-780 nm untuk daerah visible atau sinar tampak (Warono *dkk*, 2013). Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spectrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi (Putri, 2017). Sinar pertama melewati larutan blanko dan sinar kedua secara serentak melewati sampel (Suhartati, 2017). Apabila radiasi atau cahaya putih dilewatkan melalui larutan berwarna, maka radiasi dengan panjang gelombang tertentu akan diserap (absorpsi) secara selektif dan radiasi lainnya akan diteruskan (transmisi) (Neldawati *dkk*, 2013). Hubungan absorbansi dan konsentrasi dapat ditentukan berdasarkan hukum Lambert-Beer.

2.7.2 *Chemical Oxygen Demand*

Prinsip reaksinya sebagai berikut :



Sisa $K_2Cr_2O_7$ tersebut ditentukan melalui titrasi dengan ferro ammonium sulfat (FAS). Reaksi yang berlangsung adalah sebagai berikut :



2.8 Metode Komposit (Pt-TiO₂)/CdS

2.8.1 Metode *Chemical Reduction*

Di antara semua zat pereduksi kimia, natrium borohidrida sebagai reduktor kuat dan sitrat sebagai reduktor lemah paling sering digunakan (Martinez, 2011: Suriati *dkk*, 2014). Metode ini merupakan metode untuk mengkompositkan Pt-TiO₂. Bahan H₂PtCl₆ digunakan sebagai prekursor Pt, dimana akan direduksi oleh larutan NaBH₄ yang berperan sebagai reduktor dalam komposit Pt-TiO₂. NaBH₄ akan mereduksi Pt⁴⁺ yang terkandung dalam H₂PtCl₆ menjadi Pt.

2.8.2 Metode *Hydrothermal*

Hydrothermal berasal dari kata *hydro* yang artinya air dan *thermal* yang berarti panas. Sehingga, metode hydrothermal adalah proses pemanasan pelarut air. Metode hydrothermal secara umum didefinisikan sebagai sintesis kristal atau pertumbuhan kristal menggunakan air sebagai pelarut pada temperatur dan tekanan tinggi. Prinsip teknik hydrothermal yaitu pemanasan reaktan dalam wadah tertutup dengan menggunakan medium air dimana sistem yang tertutup ini memungkinkan tekanan dan suhu yang meningkat dengan cepat (Warda Ningsih, 2016). Metode ini digunakan untuk mengkompositkan CdS dalam TiO₂.

BAB III

METODE PENELITIAN

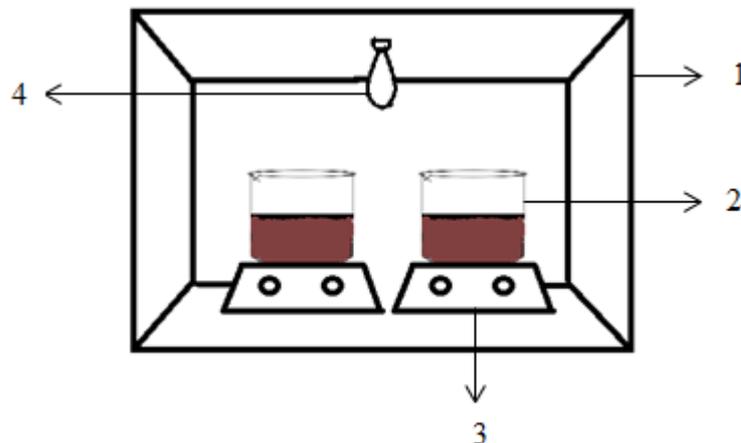
3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Rangkaian Alat Penelitian

Rangkaian alat untuk melakukan percobaan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1. Rangkaian tersebut terdiri dari, 1) Reflector box, 2) Erlenmeyer ukuran 1000ml, 3) Magnetic stirrer 4) Lampu merkuri. Sementara peralatan utama yang digunakan terdiri dari:

Tabel 3. 1 Daftar Alat

Nama Alat	Spesifikasi
Oven	Mammert UN55
Furnace	Carbolite Furnace
Refluks	Pyrex
Reflector box	
Magnetic Stirrer	Ika Magnetic Stirrers C-MAG HS7



Gambar 3. 1 Rangkaian Alat Penelitian

3.1.2 Bahan

3.1.2.1 Preparasi CdS

Tabel 3. 2 Bahan Preparasi CdS

Bahan	Spesifikasi
CdCl ₂ . 5H ₂ O	Padat, putih
CH ₄ N ₂ S	Padat,putih
NH ₄ OH	Cair
Alkohol	Cair, 96%
Aquadest	Cair

3.1.2.2 Sintesis Pt-TiO₂

Tabel 3. 3 Bahan Sintesis Pt-TiO₂

Bahan	Spesifikasi
H ₂ PtCl ₆ .6H ₂ O	Padat, 40%
NaBH ₄	Padat,putih
TiO ₂	Padat, putih
Alkohol	Cair, 96%
Aquadest	Cair

3.1.2.3 Sintesis CdS-TiO₂

Tabel 3. 4 Bahan Sintesis CdS-TiO₂

Bahan	Spesifikasi
CdCl ₂ . 5H ₂ O	Padat, putih
CH ₄ N ₂ S	Padat,putih
NH ₄ OH	Cair
Alkohol	Cair, 96%
Aquadest	Cair
TiO ₂	Padat, putih

3.1.2.4 Sintesis (Pt-TiO₂)/CdS

Tabel 3. 5 Bahan Sintesis (Pt-TiO₂)/CdS

Bahan	Spesifikasi
H ₂ PtCl ₆ .6H ₂ O	Padat, 40%
NaBH ₄	Padat,putih
TiO ₂	Padat, putih
CdS	Padat
Alkohol	Cair, 96%
Aquadest	Cair

3.1.2.5 Larutan Zat Warna Tekstil *Base Red 218*

Tabel 3. 6 Bahan Larutan Zat Warna *Base Red 218*

Bahan	Spesifikasi
<i>Base Red 218</i>	Padat, Ungu
Aquadest	Cair

3.2 Variabel Penelitian

3.2.1 Variabel Bebas

1. Konsentrasi awal limbah zat warna : 15, 30, dan 55 ppm
2. Jumlah Fotokatalis dalam zat warna : 0,5 , 1, dan 2 gr
3. Sumber Foton : Lampu Merkuri dan Matahari

3.2.2 Variabel Tetap

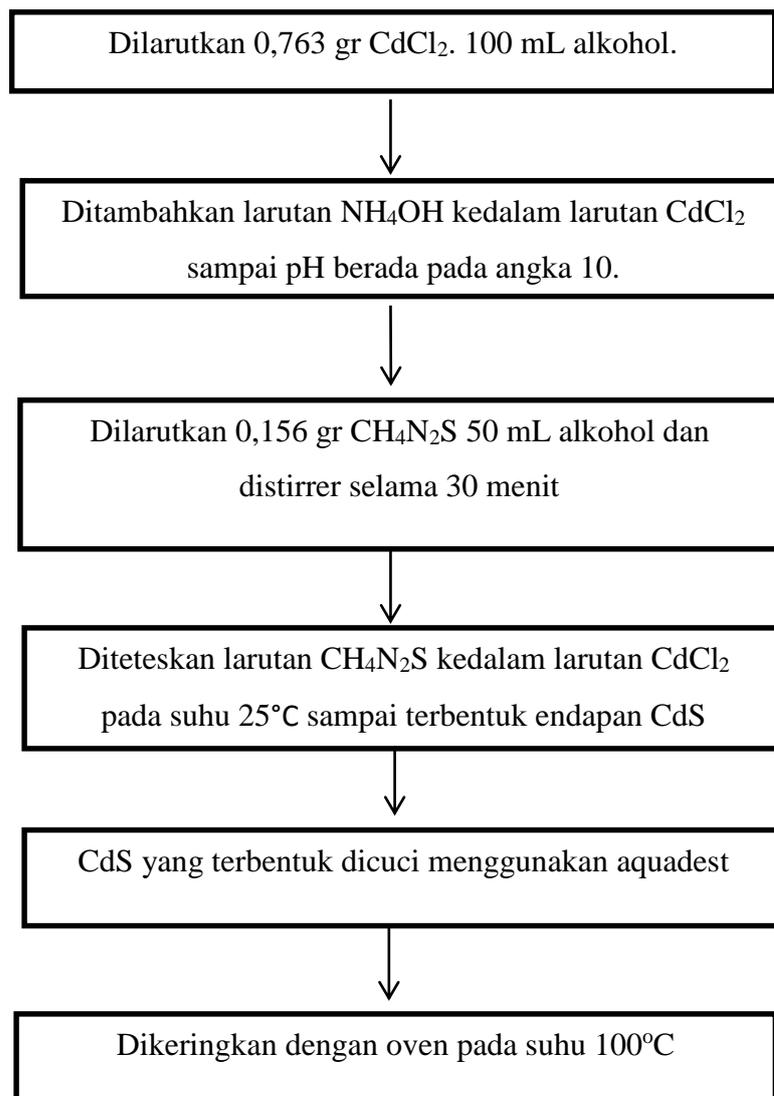
1. Komposit, 1% CdS 1% Pt dalam TiO₂

3.3 Prosedur Penelitian

Tahapan proses Aplikasi (Pt-TiO₂)/CdS untuk fotodegradasi zat warna tekstil *Base Red 218* diawali dengan pembuatan fotokatalis komposit (Pt-TiO₂)/CdS meliputi preparasi CdS, Sintesis Pt-TiO₂, Sintesis (Pt-TiO₂)/CdS, Karakterisasi komposit (Pt-TiO₂)/CdS, dan dilanjutkan dengan Aplikasi Komposit Fotokatalis terhadap Zat Warna Tekstil *Base Red 218*.

3.3.1 Preparasi CdS

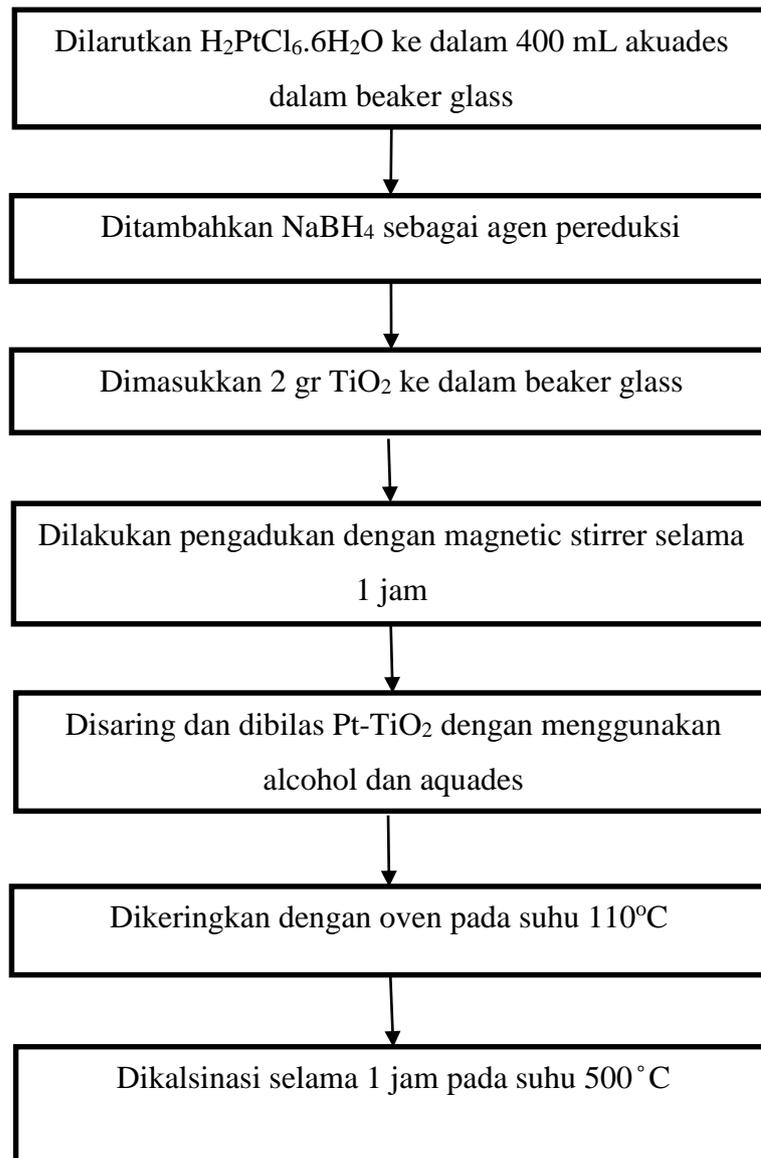
Preparasi CdS menggunakan metode presipitasi dimana 0,763 gr CdCl_2 dilarutkan dengan 100 ml alkohol. Larutan CdCl_2 kemudian ditetesi dengan NH_4OH sampai pH berada pada angka 10. Larutan $\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$ dibuat dengan melarutkan 0,156 gr $\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$ dalam 50 ml alkohol dan dilakukan *stirrer* selama 30 menit agar terlarut sempurna. Pencampuran antara CdCl_2 dengan $\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$ dilakukan dengan meneteskan $\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$ kedalam CdCl_2 yang telah ditetesi NH_4OH . Proses presipitasi dilakukan selama 24 jam dengan kondisi tetap dilakukan pengadukan (*stirrer*). Selanjutnya CdS yang terbentuk dicuci menggunakan aquadest dan dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C .



Gambar 3. 2 Diagram Alir Preparasi CdS

3.3.2 Sintesis Pt-TiO₂

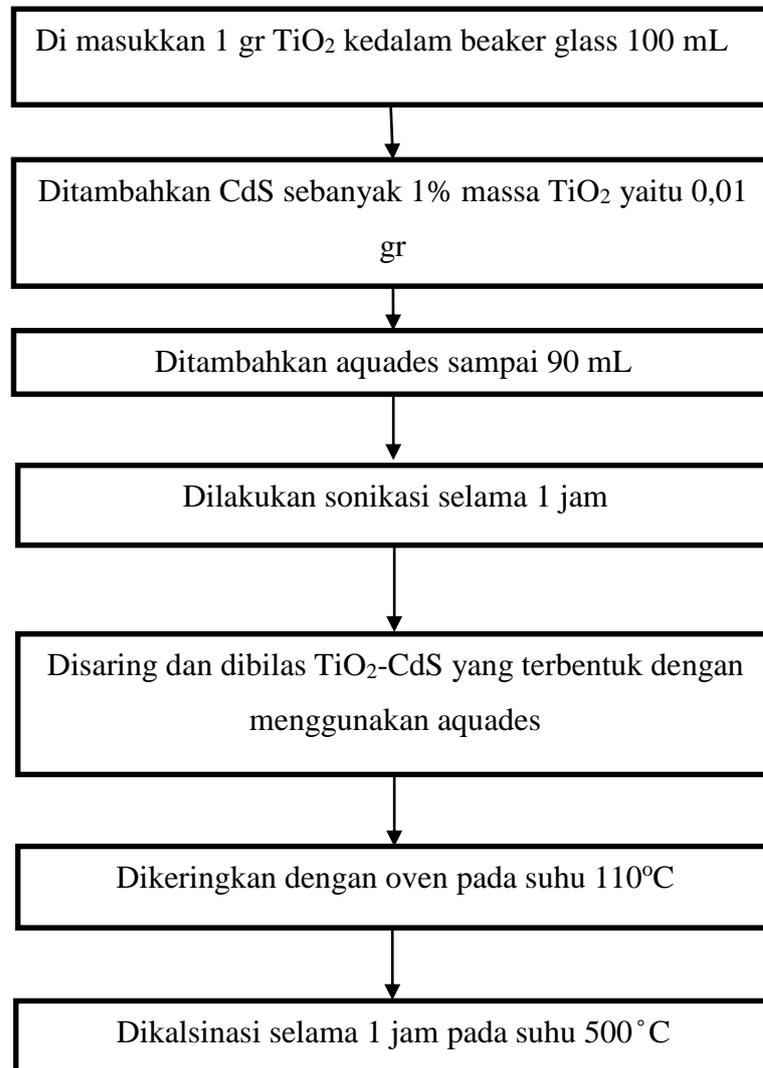
Untuk mensintesis Pt-TiO₂, sebanyak 2 gram TiO₂ dimasukkan ke dalam 400 mL aquades dan di tambahkan prekursor H₂PtCl₆. Didalam suspensi tersebut berat Pt 1 % berat. Kemudian suspensi tersebut ditambahkan dengan NaBH₄ dengan berat sesuai dengan variasi berat Pt. Setelah reduksi kimia terjadi, larutan difiltrasi dan filtrat dicuci dengan air suling dan etanol. *Slurry* kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 110°C selama 1 jam, dan dilakukan kalsinasi pada 500°C selama 1 jam.



Gambar 3.3 Diagram Alir Sintesis Pt-TiO₂

3.3.3 Sintesis TiO₂-CdS

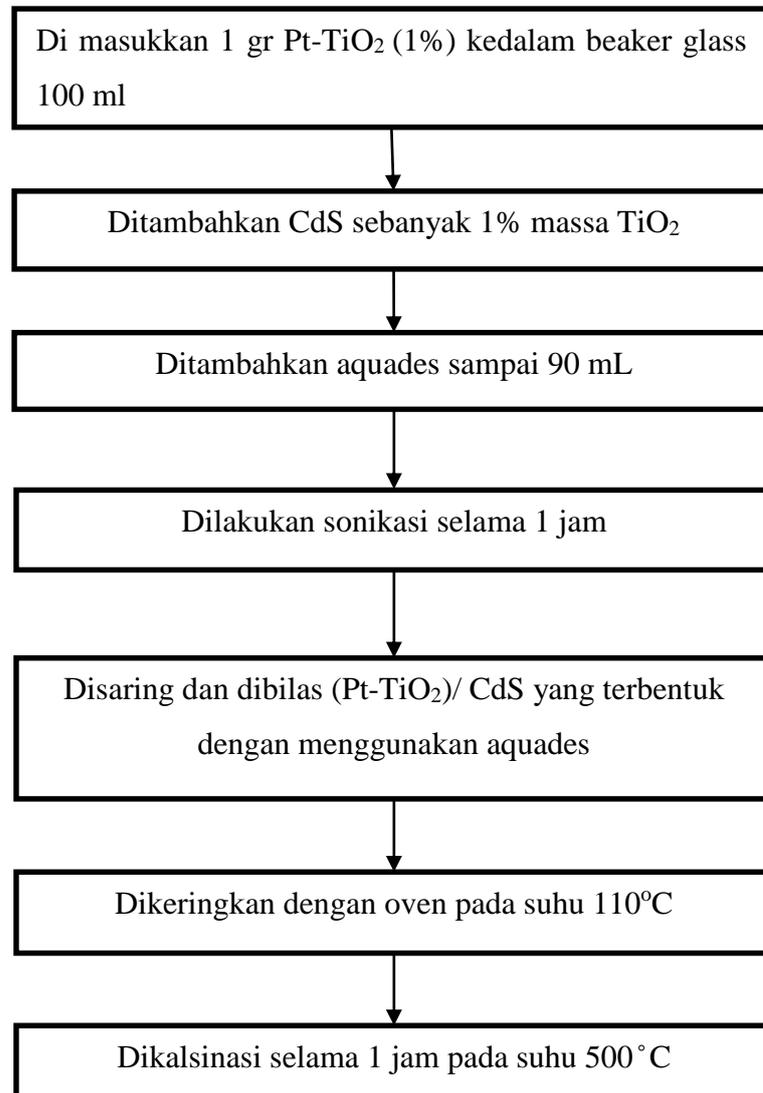
Untuk sintesis TiO₂-CdS, TiO₂ powder dikompositkan dengan metode *Hydrothermal* dan Sonikasi. Dimana 1% CdS dan 1 gr TiO₂ dicampur dan disonikasi selama 1 jam. Hasil sonikasi dipanaskan dalam oven pada suhu 110⁰ C selama 1 jam dan dikalsinasi pada suhu 500⁰C selama 1 jam. Fotokatalis yang diperoleh adalah CdS-TiO₂.



Gambar 3. 4 Diagram Alir Sintesis TiO₂-CdS

3.3.4 Sintesis (Pt-TiO₂)/CdS

Pt-TiO₂ powder dikompositkan dengan metode *Hydrothermal* (diikuti dengan sonikasi), dimana CdS dan Pt-TiO₂ dicampur dan disonikasi selama 1 jam. Hasil sonikasi dipanaskan dalam oven pada suhu 110⁰ C selama 1 jam dan dikalsinasi pada suhu 500⁰ C selama 1 jam. Fotokatalis yang diperoleh adalah (Pt-TiO₂)/CdS.



Gambar 3. 5 Diagram Alir Sintesis (Pt-TiO₂)/CdS

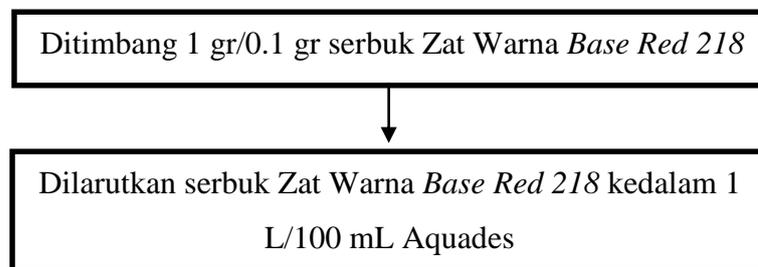
3.3.5 Karakterisasi Komposit (Pt-TiO₂)/CdS

Pada tahap ini, dilakukan karakterisasi untuk mengetahui sifat fisik dan kimia dari katalis yang telah dikompositkan. Data hasil karakterisasi digunakan sebagai parameter keberhasilan komposit katalis dan penanganan dari katalis tersebut. Proses karakterisasi yang dilakukan:

1. UV-Vis DRS untuk mengetahui daya absorpsi katalis dan menghitung energi *bandgap* fotokatalis.
2. TEM untuk analisis morfologi permukaan katalis dan ukuran partikel serta komposisi fotokatalis.

3.3.6 Preparasi Larutan Induk Zat Warna *Base Red 218*

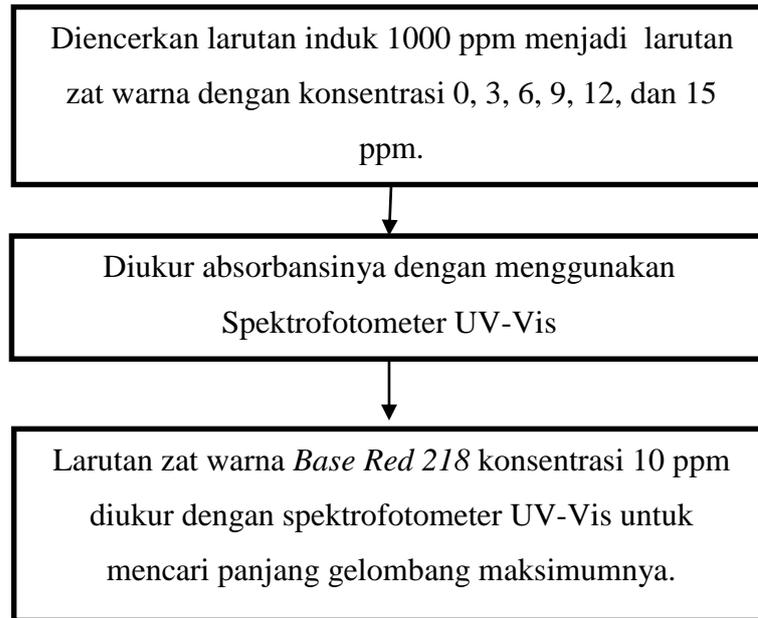
Pembuatan larutan induk 1000 ppm dilakukan dengan melarutkan 1 gram/0.1 gram serbuk zat warna *Base Red 218* dengan aquades dan diencerkan sampai 1 Liter/100 ml menggunakan labu ukur.



Gambar 3. 6 Diagram Alir Preparasi Larutan Induk Zat Warna *Base Red 218*

3.3.7 Penentuan Kurva Deret Standar dan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna *Base Red 218*

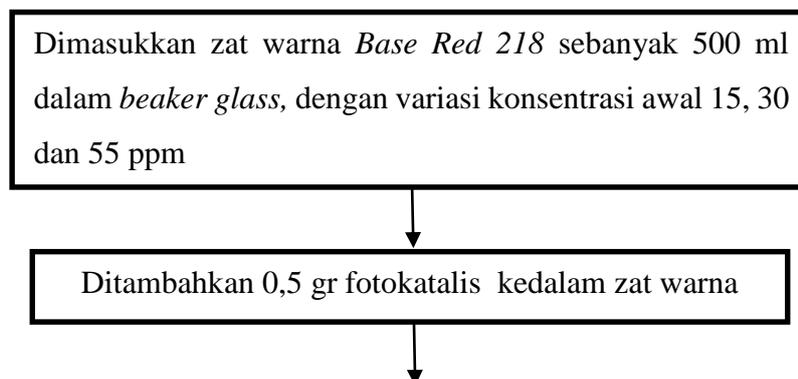
Penentuan kurva deret standar, dilakukan dengan pengenceran larutan induk 1000 ppm menjadi larutan zat warna *Base Red 218* dengan konsentrasi 0, 3, 6, 12 dan 15 ppm dan diukur absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dan dihitung konsentrasinya. Hubungan antara absorbansi dan konsentrasi kemudian dibuat kurva. Selanjutnya larutan zat warna *Base Red 218* konsentrasi 10 ppm diukur dengan spektrofotometer UV-Vis untuk mencari panjang gelombang maksimumnya.

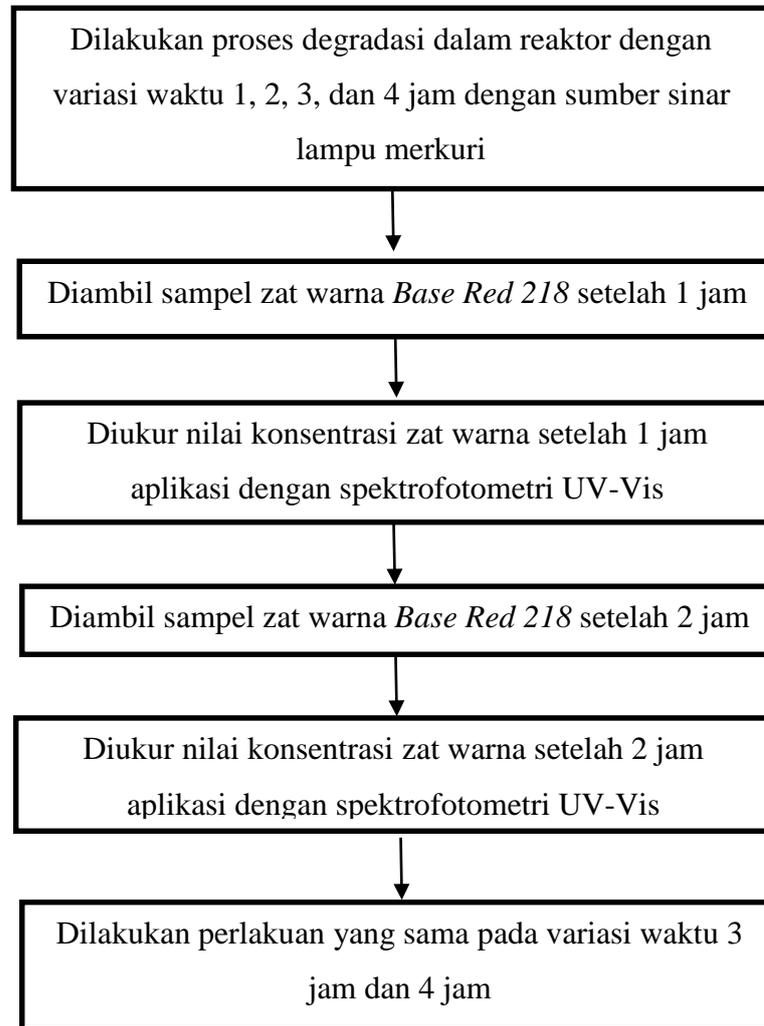


Gambar 3. 7 Diagram Alir Penentuan Kurva Deret Standar dan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna Base Red 218

3.3.8 Aplikasi Fotokatalis pada Limbah Zat Warna Base Red 218

Fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS sebanyak 0.5 gr yang sudah dikompositkan dan dikarakterisasi kemudian dimasukkan ke dalam reaktor yang terisi limbah zat warna tekstil. Penelitian dilakukan pada reaktor berupa *reflector box* yang dilengkapi lampu merkuri. Reaktor dilengkapi dengan magnetic stirrer yang dinyalakan selama uji kinerja agar reaksi dapat berlangsung homogen. Uji degradasi dilakukan selama 1, 2, dan 3 jam dengan konsentrasi awal zat warna Base Red 218 15, 30, dan 55 ppm dengan proses pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* pada kecepatan 500 rpm.

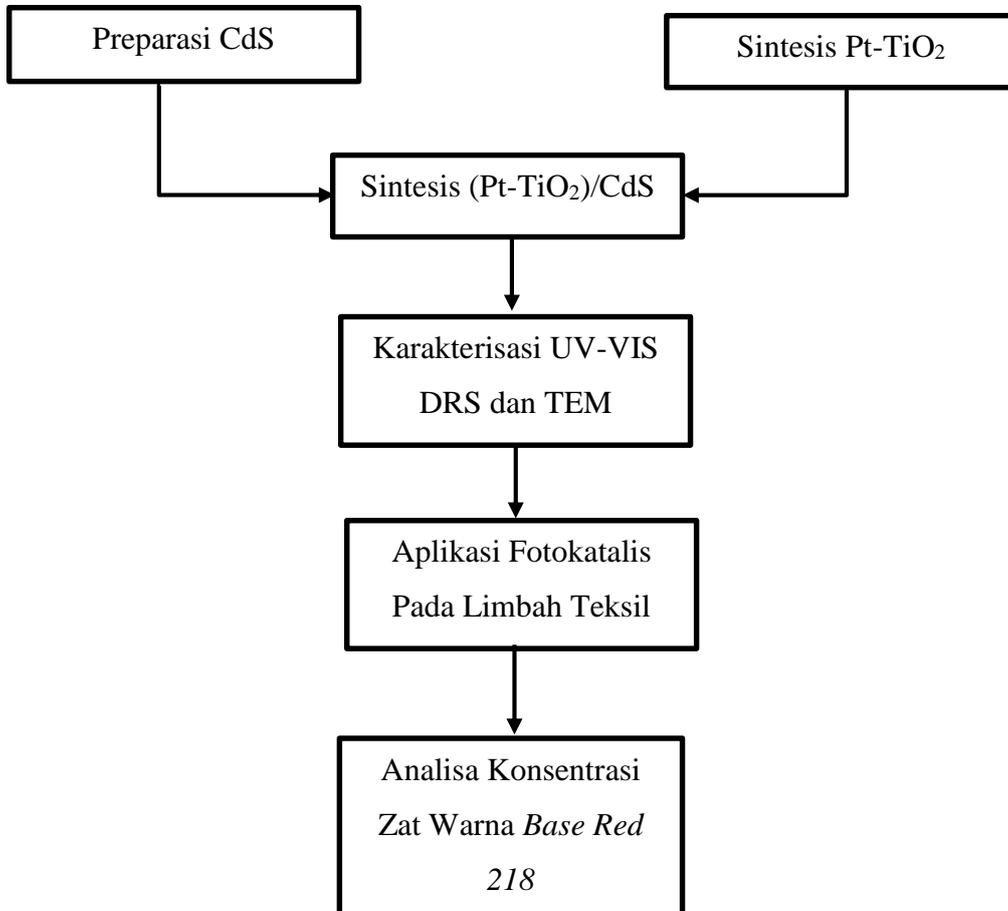




Gambar 3. 8 Diagram Alir Aplikasi Fotokatalis pada Limbah Zat Warna Tekstil

3.3.9 Diagram Alir Penelitian secara Keseluruhan

Diagram alir sintesis dan aplikasi fotokatalis pada limbah zat warna tekstil secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Diagram Alir Aplikasi (Pt-TiO₂)/CdS untuk Fotodegradasi Zat Warna Base Red 218

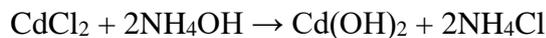
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

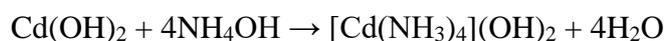
4.1 Preparasi Cadmium Sulfida (CdS)

Proses preparasi ini dilakukan untuk mendapatkan CdS yang akan dikompositkan dengan (Pt-TiO₂). Dalam proses ini digunakan metode presipitasi untuk membentuk CdS dengan cara mempertemukan ion Cd²⁺ dan ion S²⁻ disertai pengadukan. Prekursor yang digunakan yaitu *Thiourea* dan *Cadmium Chloride*. *Thiourea* digunakan sebagai prekursor sulfida (S), *Cadmium Chloride* sebagai prekursor Cadmium (Cd) dan *Ammonium Hydroxide* sebagai agen pengkompleks.

Presipitasi dilakukan dengan perbandingan konsentrasi 1:2 antara *Thiourea* dan *Cadmium Chloride*. Dibuat berlebih konsentrasi CdCl₂ dengan tujuan S dapat sepenuhnya terbentuk menjadi CdS. *Thiourea* sebanyak 0,156 gram dilarutkan dengan ethanol sebanyak 50 ml. Kemudian *Cadmium Chloride* ditimbang sebanyak 0,763 gram dan dilarutkan dengan etanol sebanyak 100 ml serta ditambahkan NH₄OH sebagai pH *adjust*, dimana penetesan NH₄OH dilakukan sampai nilai pH menjadi 10. Ketika keadaan pada larutan *Cadmium Chloride* telah berada pada kondisi basa, maka CdCl₂ terpecah menjadi ion Cd²⁺. Terbentuknya ion Cd²⁺ ditandai dengan terbentuknya endapan pada beaker glass. Pembentukan CdS yang diawali dengan pembentukan endapan Cd(OH)₂ berwarna putih diawali dengan reaksi sebagai berikut :

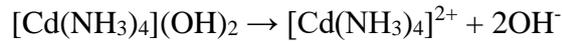


Kemudian di tetesi setetes demi setetes larutan *Thiourea* dengan temperatur ruangan sehingga S²⁻ dapat sepenuhnya bereaksi dengan Cd²⁺ dan membentuk endapan CdS. Endapan Cd(OH)₂ yang berwarna putih dapat bereaksi dengan larutan amonia berlebih sehingga dapat terbentuk ion kompleks [Cd(NH₃)₄]²⁺ dengan reaksi:

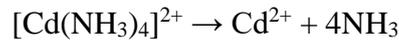


Senyawa kompleks yang terjadi [Cd(NH₃)₄](OH)₂ memiliki atom pusat Cadmium dan ligan NH₃. Endapan Cd(OH)₂ yang terjadi memiliki pH sekitar 8 dan

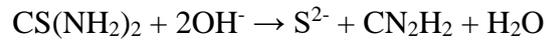
ketika senyawa ini bereaksi dengan amonia maka pH nya berubah sekitar 11. Senyawa kompleks $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ dapat terurai kembali menjadi :



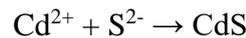
Selanjutnya dalam larutan terjadi reaksi dekomposisi ion kompleks tetramine $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ sebagai berikut :



Setelah ditetesi oleh *Thiourea*, larutan campuran tersebut dilakukan mixing dengan stirrer selama 24 jam. Pada saat hidrolisis *Thiourea* itu sendiri terjadi dalam larutan yang bersifat basa dimana terjadi generasi ion S^{2-} :



Ion cadmium yang dihasilkan dari dekomposisi ion kompleks tetramin selanjutnya bereaksi dengan ion S^{2-} untuk membentuk CdS dimana proses presipitasi dilakukan berdasarkan reaksi sebagai berikut :



CdS yang terbentuk lalu disaring dan dilakukan pencucian dengan aquadest dan dilakukan pengovenan dengan suhu 100°C kurang lebih selama 90 menit dimana dilihat dengan berat yang dihasilkan memiliki nilai yang konstan.



Gambar 4. 1 *Cadmium Sulfide*

4.2 Sintesis Pt-TiO₂

TiO₂ memiliki kecenderungan untuk rekombinasi sehingga perlu dilakukan modifikasi untuk meningkatkan kemampuan degradasinya dengan cara mengkomposkannya dengan logam Pt melalui metode *Chemical Reduction* dengan NaBH₄ sebagai agen pereduksi. NaBH₄ dibuat berlebih agar Pt⁴⁺ dapat

seluruhnya tereduksi dari H_2PtCl_6 menjadi Pt. Pada prosesnya H_2PtCl_6 direaksikan dengan NaBH_4 dalam 400 mL akuades. Saat reaksi terjadi maka akan muncul warna kuning keemasan yang menandakan bahwa Pt^{4+} telah tereduksi menjadi Pt^0 . Loading Pt pada sintesis Pt-TiO₂ sebesar 1% massa dari massa total TiO₂. Penggunaan Loading 1% yaitu bahwa 1% Pt ke dalam TiO₂ merupakan loading terbaik (Yulianto & Feby, 2019).

Mekanisme tereduksinya Pt^{4+} dari H_2PtCl_6 menjadi Pt^0 dapat dilihat pada reaksi berikut ini:



Proses sintesis Pt-TiO₂ dimana ketika TiO₂ dimasukkan kedalam Pt^0 warna campuran larutan dalam beaker glass berubah menjadi warna putih diikuti dengan proses pengadukan selama 60 menit agar Pt terdispersi kedalam permukaan TiO₂. Kemudian dengan dua kali proses pencucian menggunakan akuades dan alkohol untuk menghilangkan zat pengotor yang tersisa pada larutan Pt-TiO₂. Selanjutnya dilakukan proses pemanasan dengan suhu 110°C untuk menghilangkan kadar air pada komposit dan dikalsinasi pada suhu 500°C selama 1 jam. Kalsinasi dilakukan untuk mengubah struktur Pt-TiO₂ dalam fasa Kristal (Yulianto & Feby, 2019). Sedangkan pemilihan suhu 500°C ialah suhu terbaik untuk menghasilkan fasa TiO₂ dengan kristalisasi tertinggi yang ditandai dengan terbentuknya puncak tertinggi TiO₂ serta fasa anatase yang cenderung terbentuk pada temperatur tersebut (Santoso, *dkk*, 2019; Rosanti *dkk*, 2020). Hasil sintesis Pt-TiO₂ yang didapat dalam bentuk serbuk dan berwarna putih ke abu-abuan yang menandakan bahwa Pt telah menyebar secara merata dipermukaan TiO₂.



Gambar 4. 2 Pt-TiO₂

4.3 Sintesis (Pt-TiO₂)/CdS

Komposit fotokatalis Pt-TiO₂ yang terbentuk, selanjutnya di sintesis kembali dengan CdS. Sintesis (Pt-TiO₂)/CdS ini menggunakan loading CdS sebanyak 1% Pt-TiO₂ 2 gram. Untuk metode yang digunakan dalam sintesis (Pt-TiO₂)/CdS yaitu sonikasi selama 1 jam dalam aquades sebanyak 90 ml. Yang memiliki tujuan untuk mempercepat reaksi, maka komposit juga akan terbentuk lebih cepat, karena pada proses sonikasi partikel-partikel akan terpecah menjadi lebih kecil sehingga luas permukaan akan semakin besar dan laju reaksi komposit juga akan semakin cepat (Yulianto & Feby, 2019). Selama proses sonikasi komposit akan berwarna putih yang menandakan bahwa CdS yang berwarna kuning telah tersebar merata pada permukaan Pt-TiO₂. Kemudian diikuti dengan kalsinasi selama 1 jam dengan suhu 500°C untuk merubah strukturnya menjadi kristal. Bukti bahwa komposit yang dibuat dalam fasa kristal yaitu terjadinya perubahan warna menjadi abu-abu dan uji XRD (Fadhilah *dkk*, 2020)



Gambar 4. 3 (Pt-TiO₂)/CdS

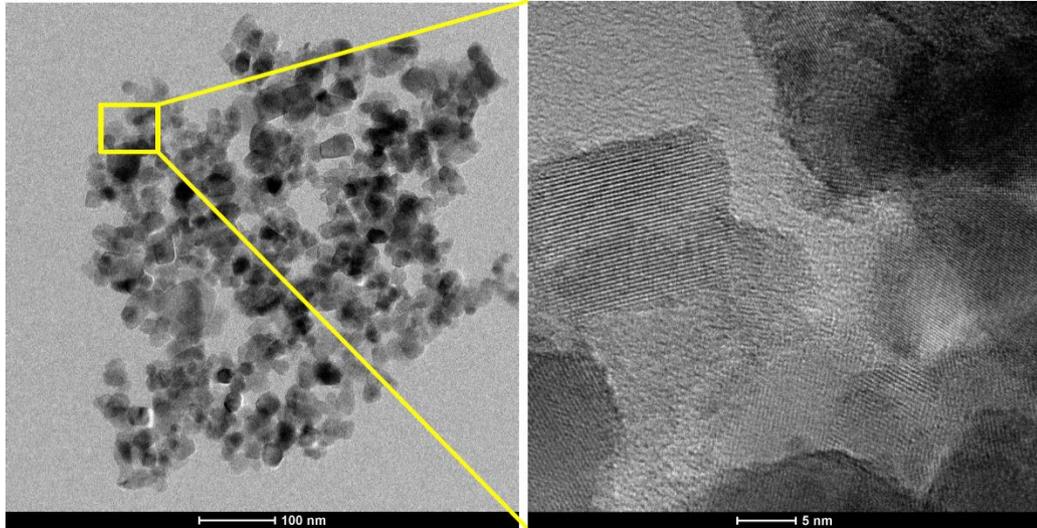
4.4 Karakteristik Komposit Fotokatalis

4.4.1 Karakteristik TEM

TEM digunakan untuk menganalisa morfologi, struktur kristal dan komposisi spesimen dari suatu sampel. Pada penelitian ini analisa TEM menggunakan perbesaran sebesar, 100 nm, 50 nm, 20 nm, dan 5 nm.

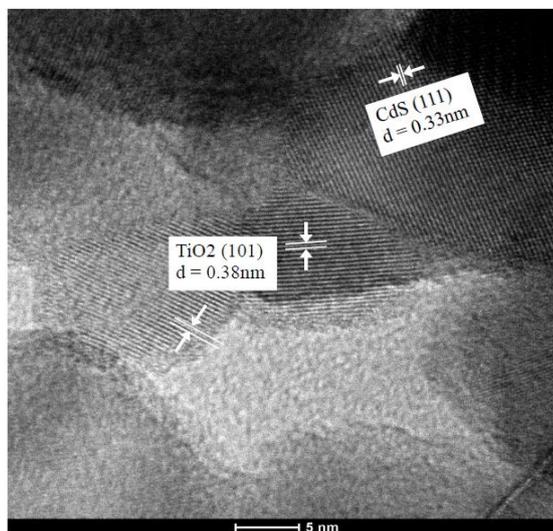
4.4.1.1 Karakteristik TiO₂-CdS

Dari hasil uji analisa TEM didapatkan morfologi kristal TiO₂-CdS yang diperbesar penampakannya, hasil dari perbesaran dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4. 4 Pembesaran Morfologi TiO₂-CdS

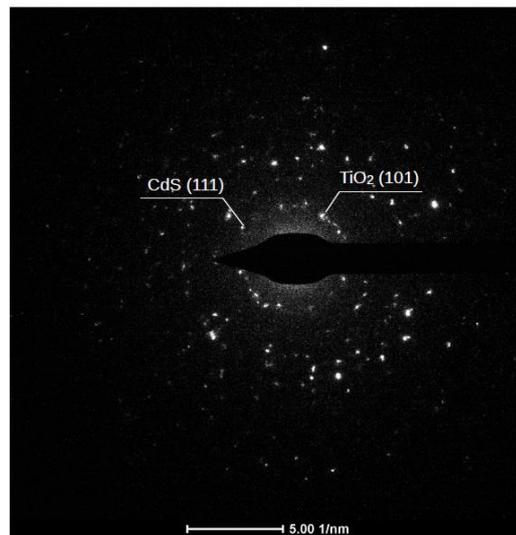
Terlihat pada Gambar 4.4 menunjukkan terdapat beberapa kristalit yang terorientasi (ditunjukkan dengan gambar yang bergaris-garis periodik) dan banyak terdapat lingkaran-lingkaran kecil agak gelap disekitar dan didalam kristalit (Yulianto & Feby, 2019).



Gambar 4. 5 Hasil Pengukuran *d-spacing* TiO₂-CdS

Setelah dilakukan analisis dengan mengukur jarak antar garis-garis periodik pada tiap-tiap kristalit yang terlihat (merupakan nilai *d-spacing*) pada Gambar 4.5, diketahui sebagian besar *d-spacing* bernilai ± 0.38 nm untuk TiO₂ pada bidang (101) dan ± 3.23 - 3.24 nm untuk CdS pada bidang (111).

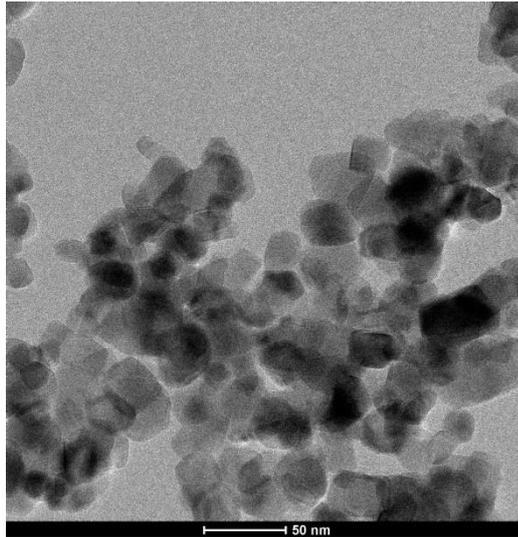
Pada analisa TEM juga dapat diamati *Diffraction spots* sampel TiO₂ – CdS. Hasil pengamatan seperti pada Gambar 4.6 terdapat kumpulan *diffraction spots* yang tersusun teratur membentuk lingkaran imajiner (Supriyadi & Nesiana, 2017).



Gambar 4. 6 *Selected Area Electron Diffraction* TiO₂-CdS

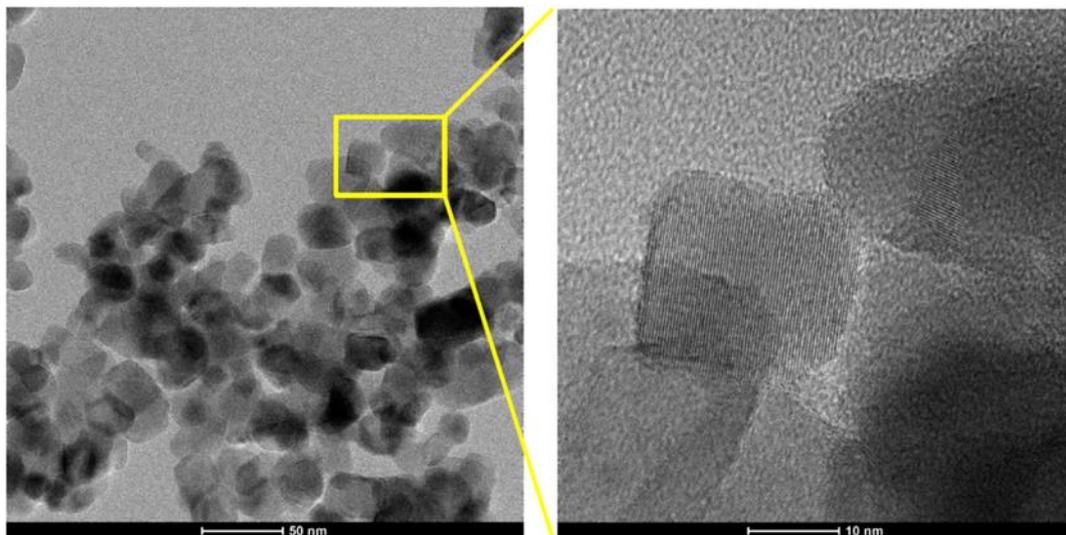
4.4.1.2 Karakteristik Pt-TiO₂

Dari hasil uji analisa TEM didapatkan morfologi kristal Pt-TiO₂ pada Gambar 4.7



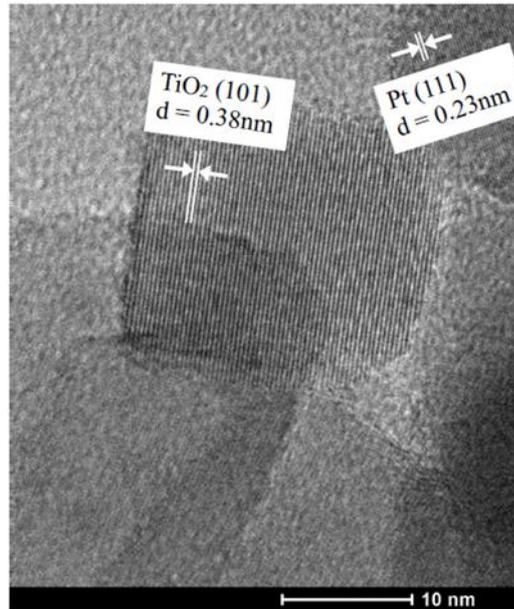
Gambar 4. 7 Morfologi Pt-TiO₂

Pada Gambar 4.8 merupakan hasil dari uji morfologi menggunakan TEM di mana dapat terlihat bahwa logam Pt akan terdispersi atau menyebar di permukaan TiO₂. Hasil karakterisasi TEM menunjukkan bahwa titik yang berwarna hitam merupakan logam Pt dan titik yang berwarna abu abu merupakan TiO₂ (Yulianto & Feby, 2019).



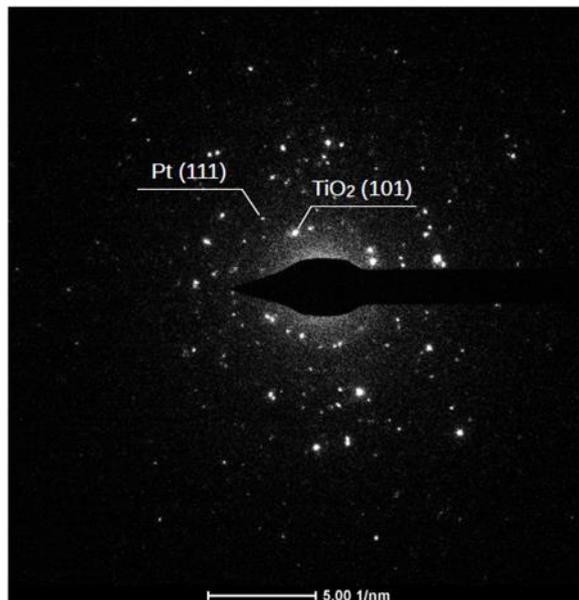
Gambar 4. 8 Pembesaran Morfologi Pt-TiO₂

Pada Gambar 4.8 merupakan hasil pembesaran morfologi Pt-TiO₂. Hasil karakterisasi TEM juga dapat membuktikan adanya Pt pada TiO₂.



Gambar 4. 9 Hasil Pengukuran *d-spacing* Pt-TiO₂

Berdasarkan hasil karakterisasi ini terlihat bahwa TiO₂ memiliki nilai *d-spacing* sebesar 0.38 nm dan Pt memiliki nilai *d-spacing* sebesar 0.23 nm terlihat pada Gambar 4.9.

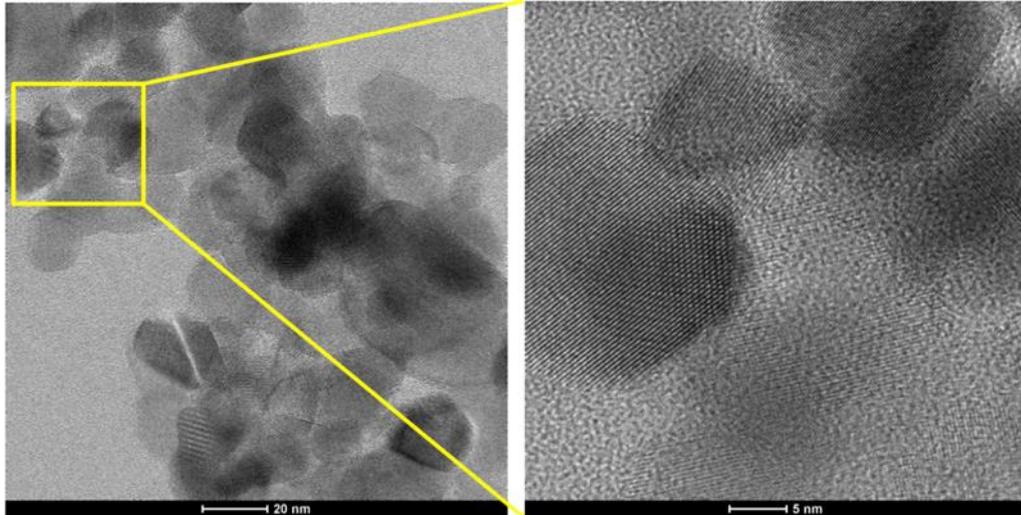


Gambar 4. 10 *Selected Area Electron Diffraction* Pt-TiO₂

Pada analisa TEM juga dapat diamati *Diffraction spots* sampel Pt-TiO₂ pada Gambar 4.10.

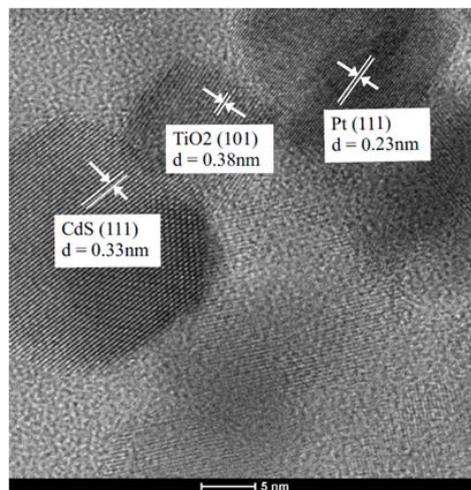
4.4.1.3 Karakteristik (Pt-TiO₂)/CdS

Dari hasil uji analisa TEM didapatkan morfologi kristal (Pt-TiO₂)/CdS pada Gambar 4.11 serta pembesarannya.



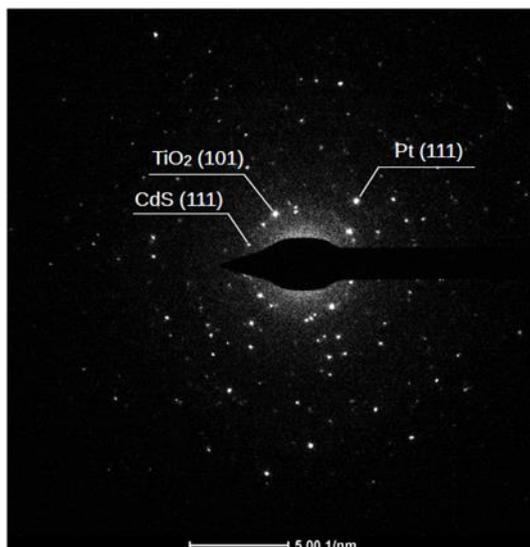
Gambar 4. 11 Pembesaran Morfologi (Pt-TiO₂)/CdS

Berdasarkan hasil karakterisasi ini terlihat pada Gambarn 4.12 bahwa TiO₂ memiliki nilai *d-spacing* sebesar 0.38 nm, Pt memiliki nilai *d-spacing* sebesar 0.23 nm dan CdS memiliki nilai *d-spacing* sebesar 0.33 nm.



Gambar 4. 12 Hasil Pengukuran *d-spacing* (Pt-TiO₂)/CdS

Pada analisa TEM juga dapat diamati *Diffraction spots* sampel (Pt-TiO₂)/CdS pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 Selected Area Electron Diffraction (Pt-TiO₂)/CdS

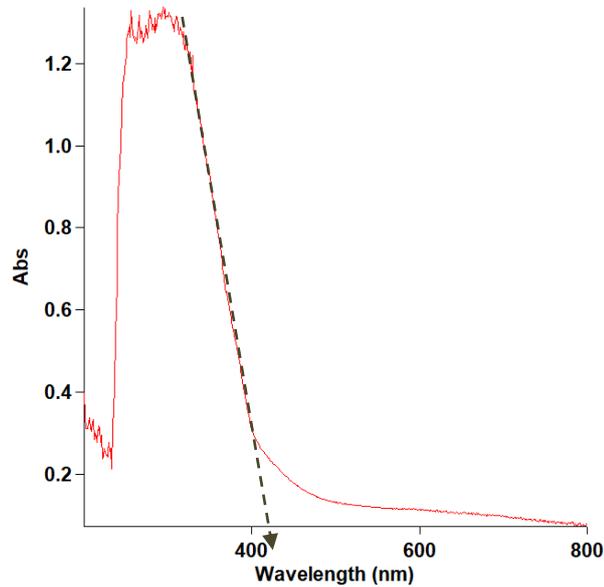
4.4.2 Karakteristik Spektrofotometri UV-Vis DRS

Hasil sintesis fotokatalis TiO₂-CdS, Pt-TiO₂, dan (Pt-TiO₂)/CdS yang telah didapatkan kemudian dikarakterisasi menggunakan alat Spektrofotometri UV-Vis DRS. Tujuan dikarakterisasinya hasil sintesis pada setiap fotokatalis dengan alat tersebut yaitu untuk mengetahui nilai energi celah pita (*bandgap*) yang dihasilkan oleh semikonduktor. Energi celah pita adalah energi yang dibutuhkan elektron untuk berpindah antara pita valensi dan pita konduksi. Besarnya energi celah pita akan mempengaruhi pada kemampuan semikonduktor. Karakterisasi dilakukan pada panjang gelombang 200-800nm yang merupakan daerah radiasi sinar UV dan visible untuk mengetahui daya absorbansi dari katalis.

Perhitungan celah pita (*bandgap*) dilakukan menggunakan persamaan Kubelka-Munk pada variasi fotokatalis. Harga E_g didapatkan dengan ekstrapolasi bagian linier $(F(R)hv)^{1/2}$ terhadap hv (Ratnawati *dkk*, 2020).

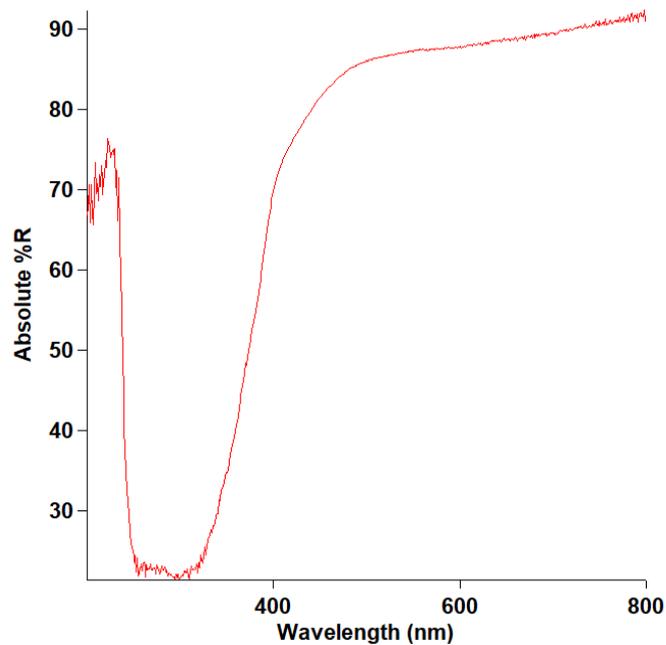
4.4.2.1 Karakterisasi TiO₂-CdS

Gambar 4.14 menunjukkan hasil karakterisasi fotokatalis TiO₂-CdS antara data absorbansi dengan panjang gelombang.

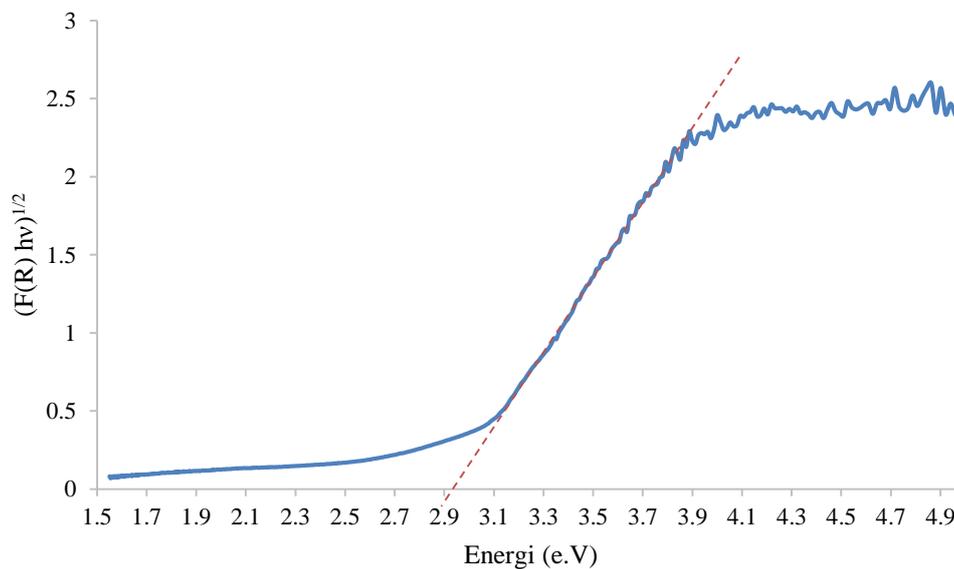


Gambar 4. 14 Grafik Spektrum Uji UV-Vis DRS (Pt-TiO₂)/CdS

Berdasarkan Gambar 4.14 dapat dilihat data absorbansi dari spektrum fotokatalis TiO₂-CdS menunjukkan pada panjang gelombang 290-400 nm. Serapan sinar UV pada fotokatalis TiO₂-CdS memiliki daerah yang lebih besar dibandingkan dengan serapan sinar tampak. Namun, fotokatalis ini masih dapat merespon sinar tampak karena memiliki daya absorbansi pada panjang gelombang 426 nm. Untuk data reflektansi dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4. 15 Grafik hubungan antara Absolute R% terhadap panjang gelombang untuk fotokatalis TiO₂-CdS



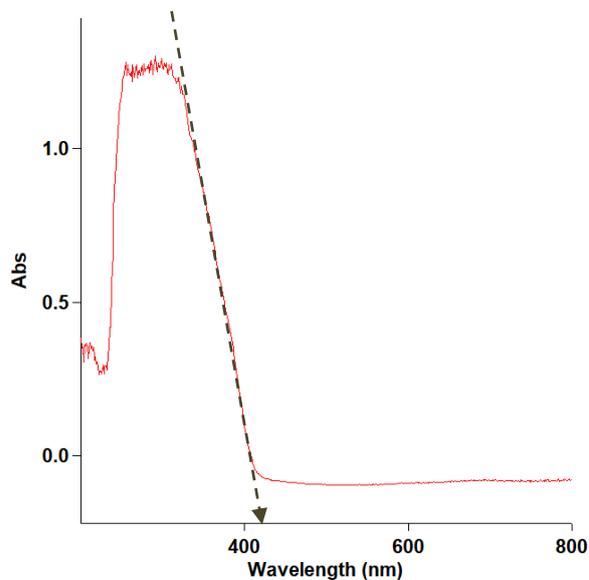
Gambar 4. 16 Grafik hubungan antara (F(R)hv)^{1/2} terhadap e.V untuk fotokatalis TiO₂-CdS

Berdasarkan Gambar 4.15 dengan mengubah nilai %R kedalam persamaan Kubelka-Munk (F(R)) dan mengubah panjang gelombang (λ) menjadi besaran e.V dan mendapatkan grafik hubungan antara (F(R)hv)^{1/2} dengan eV yang dapat dilihat pada Gambar 4.16 sehingga diperoleh nilai *bandgap* untuk fotokatalis TiO₂-CdS

sebesar 2,93 e.V. Nilai *bandgap* TiO₂-CdS menunjukkan adanya penurunan nilai *bandgap* TiO₂ sebesar 0.27 eV dari band gap awal sebesar 3.2 eV. Hal tersebut terjadi karena CdS memiliki nilai *bandgap* yang lebih rendah dibanding TiO₂ sehingga pada saat CdS terdistribusi pada permukaan TiO₂ akan menyebabkan celah pita mengecil.

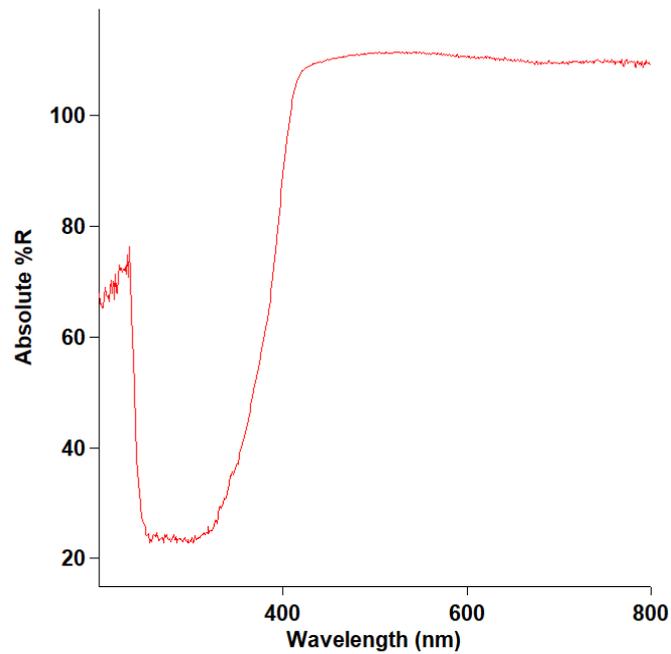
4.4.2.2 Karakterisasi Pt-TiO₂

Gambar 4.17 menunjukkan hasil karakterisasi fotokatalis Pt-TiO₂ antara data absorbansi dengan panjang gelombang.

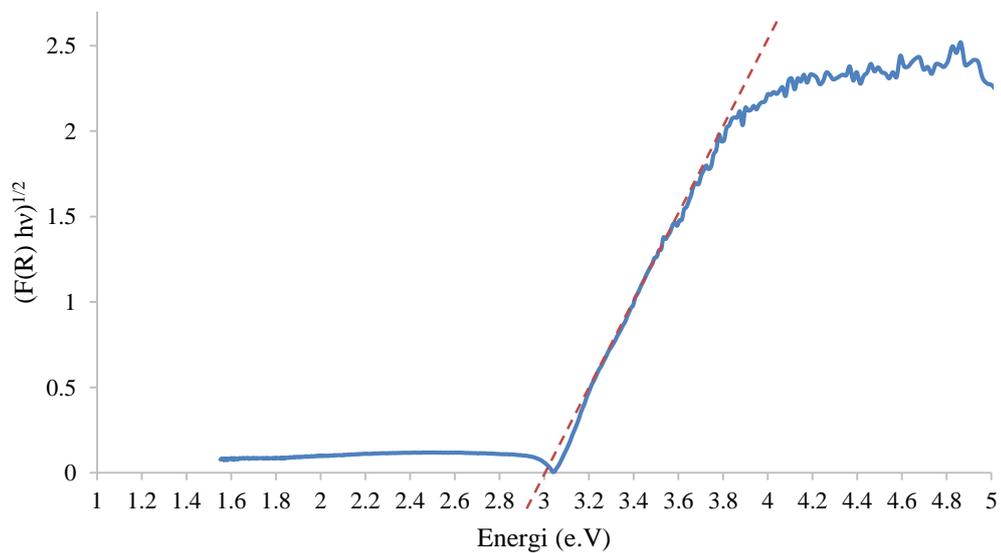


Gambar 4. 17 Spektrum Uji UV-Vis DRS TiO₂-CdS

Berdasarkan Gambar 4.17 dapat dilihat data absorbansi dari spektrum fotokatalis Pt-TiO₂ menunjukkan pada panjang gelombang 290-400 nm. Serapan sinar UV pada fotokatalis Pt-TiO₂ memiliki daerah yang lebih besar dibandingkan dengan serapan sinar tampak. Namun, fotokatalis ini masih dapat merespon sinar tampak karena memiliki daya absorbansi pada panjang gelombang 409,01 nm. Untuk data reflektansi dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4. 18 Grafik hubungan antara Absolute R% terhadap panjang gelombang untuk fotokatalis Pt-TiO₂



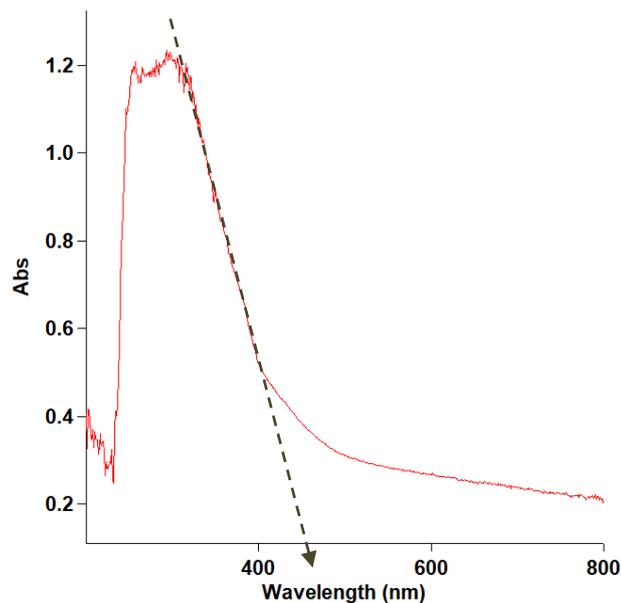
Gambar 4. 19 Grafik hubungan antara $(F(R)hv)^{1/2}$ terhadap e.V untuk fotokatalis Pt-TiO₂

Berdasarkan Gambar 4.18 dengan mengubah nilai %R kedalam persamaan Kubelka-Munk ($F(R)$) dan mengubah panjang gelombang (λ) menjadi besaran e.V. Sehingga mendapatkan grafik hubungan antara $(F(R)hv)^{1/2}$ dengan eV yang dapat dilihat pada Gambar 4.19. Dari Gambar 4.19 diperoleh nilai *bandgap* sebesar 3.01

e.V. Nilai *bandgap* Pt-TiO₂ yang dihasilkan lebih kecil 0,1 dari *bandgap* TiO₂ tanpa penambahan Pt. Hal tersebut terjadi karena Pt tidak memiliki nilai *bandgap* seperti semikonduktor yang memiliki nilai *bandgap* untuk mengecilkan *bandgap* pada TiO₂ sehingga pada saat Pt terdistribusi pada permukaan TiO₂ tidak menyebabkan celah pita mengecil karena penambahan Pt difungsikan sebagai perangkap elektron.

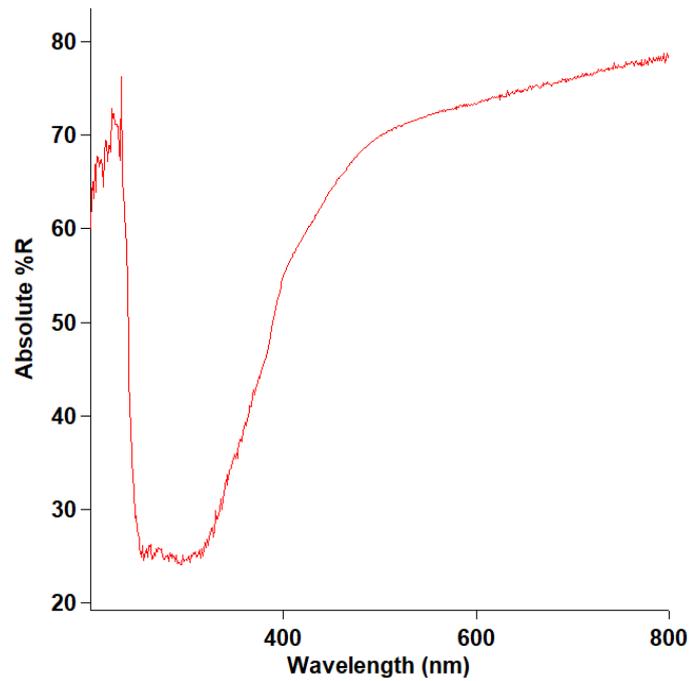
4.4.2.3 Karakterisasi (Pt-TiO₂)/CdS

Gambar 4.20 menunjukkan hasil karakterisasi fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS antara data absorbansi dengan panjang gelombang.

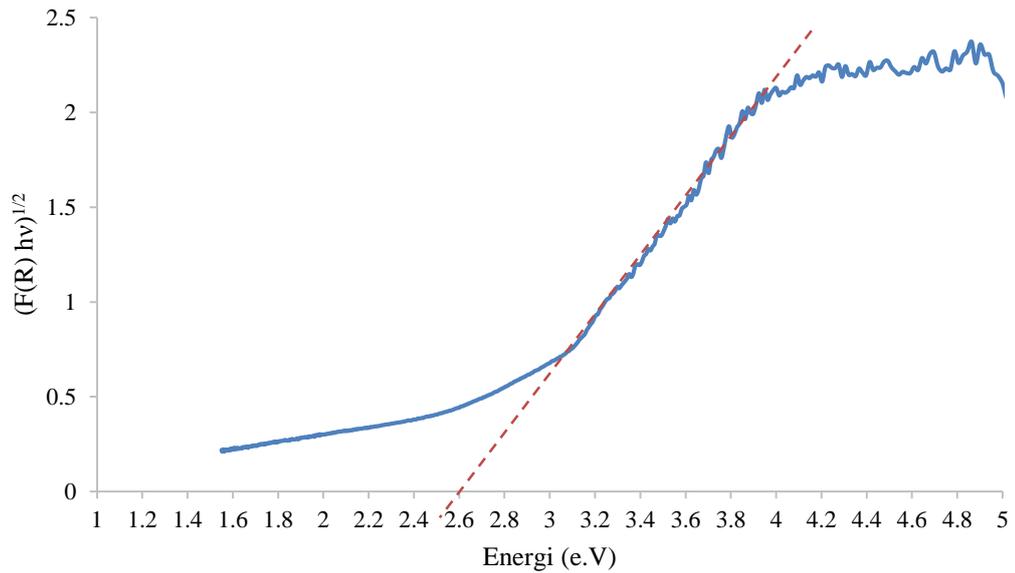


Gambar 4. 20 Spektrum Uji UV-Vis DRS (Pt-TiO₂)/CdS

Berdasarkan Gambar 4.20 dapat dilihat data absorbansi dari spektrum fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS menunjukkan pada panjang gelombang 290-400 nm. Serapan sinar UV pada fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS memiliki daerah yang lebih besar dibandingkan dengan serapan sinar tampak. Namun, fotokatalis ini masih dapat merespon sinar tampak karena memiliki daya absorbansi pada panjang gelombang 450 nm. Untuk data reflektansi dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4. 21 Grafik hubungan antara Absolute R% terhadap panjang gelombang untuk fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS



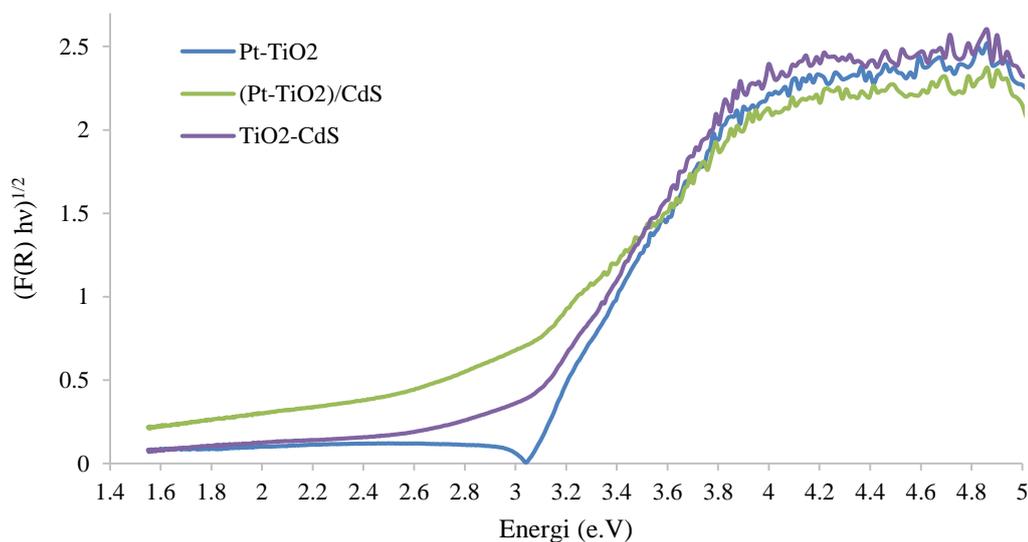
Gambar 4. 22 Grafik hubungan antara $(F(R)hv)^{1/2}$ terhadap e.V untuk fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS

Berdasarkan Gambar 4.21 dengan mengubah nilai %R kedalam persamaan Kubelka-Munk $(F(R))$ dan mengubah panjang gelombang (λ) menjadi besaran e.V

dan mendapatkan grafik hubungan antara $(F(R)hv)^{1/2}$ dengan eV yang dapat dilihat pada Gambar 4.22 sehingga diperoleh nilai *bandgap* untuk fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS sebesar 2,60 e.V. Nilai *bandgap* (Pt-TiO₂)/CdS yang dihasilkan lebih kecil 0,6 dari *bandgap* TiO₂ yaitu 3,2 e.V yang tidak ada penambahan logam Pt dan CdS. *Bandgap* yang dihasilkan tidak berbeda jauh dari hasil yang diperoleh oleh (Yulianto & Feby, 2019) hal itu dipengaruhi dengan penambahan CdS pada komposit (Pt-TiO₂) sehingga dapat memperkecil *bandgap* dari komposit (Pt-TiO₂). Dari hasil karakterisasi pada fotokatalis diatas, maka data secara keseluruhan dimuat pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.23.

Tabel 4. 1 Nilai *bandgap* berbagai fotokatalis

Fotokatalis	<i>Bandgap</i>
TiO ₂ -CdS	2.93
Pt-TiO ₂	3.01
Pt-TiO ₂ /CdS	2.60



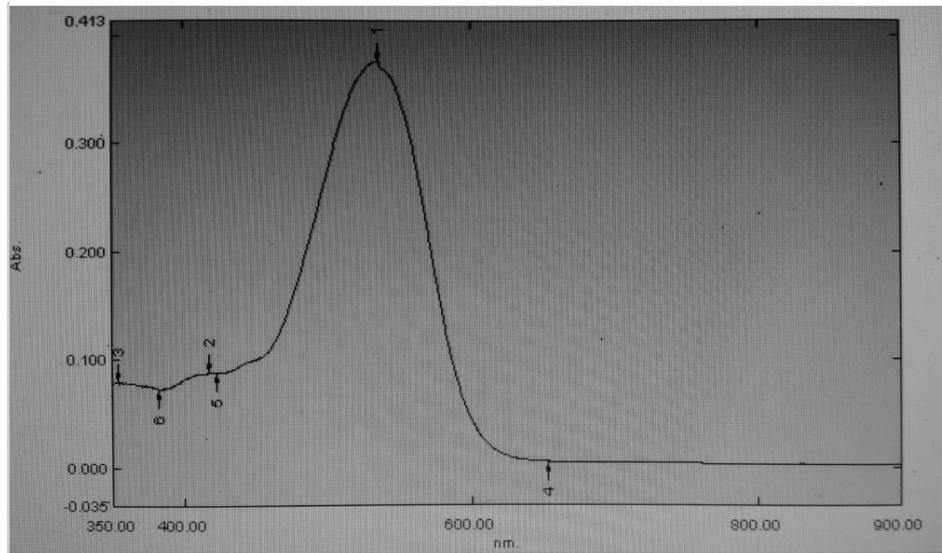
Gambar 4. 23 Grafik hubungan antara $(F(R)hv)^{1/2}$ terhadap e.V untuk berbagai jenis fotokatalis

4.5 Larutan Zat Warna *Base Red 218*

4.5.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (λ_{maks})

Dalam penentuan panjang gelombang maksimum larutan zat warna *Base Red 218*, digunakan larutan dengan konsentrasi 10 ppm yang dikarakterisasi dengan

menggunakan alat *spektrofotometri UV-Vis* pada panjang gelombang 200-900 nm. Hasil spektrum absorpsi larutan zat warna *Base Red 218* ditunjukkan pada Gambar 4.24



Gambar 4. 24 Spektrum absorpsi larutan zat warna *Base Red 218* 10 ppm

Dari hasil spektrum pada Gambar 4.24 terlihat puncak larutan zat warna *Base Red 218* teramati pada panjang gelombang 535 nm. Pada serapan daerah 535 nm menunjukkan adanya ikatan rangkap yang terkonyugasi yaitu gugus kromofor azo. Sehingga, panjang gelombang maksimum untuk larutan zat warna *Base Red 218* yaitu 535 nm.

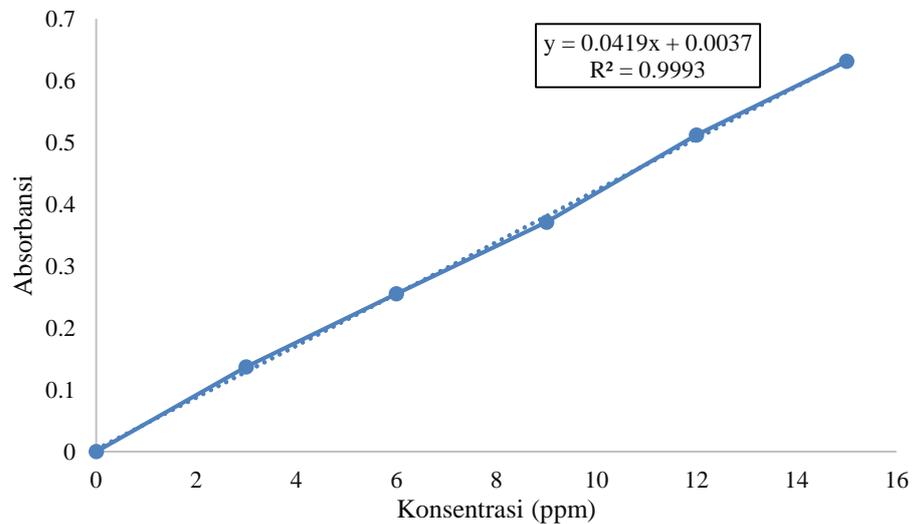
4.5.2 Penentuan Kurva Deret Standar

Untuk penentuan kurva deret standar dilakukan dengan membuat beberapa larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya. Deret larutan standar dibuat dengan variasi konsentrasi 0, 3, 6, 9, 12, 15 ppm. Kemudian masing-masing larutan diukur dengan alat *spektrofotometri UV-Vis* pada panjang gelombang maksimum larutan zat warna *Base Red 218* yang telah diperoleh, yaitu 535 nm. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Konsentrasi dan Absorbansi Base Red 218

Konsentrasi	Absorbansi
0	0
3	0.13
6	0.25
9	0.37
12	0.51
15	0.63

Nilai absorbansi yang diperoleh dengan variasi konsentrasi zat warna *Base Red 218*, dapat dipasangkan terhadap masing-masing konsentrasi yaitu dengan konsentrasi sebagai sumbu x dan absorbansi sebagai sumbu y. Kurva yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 4.25.



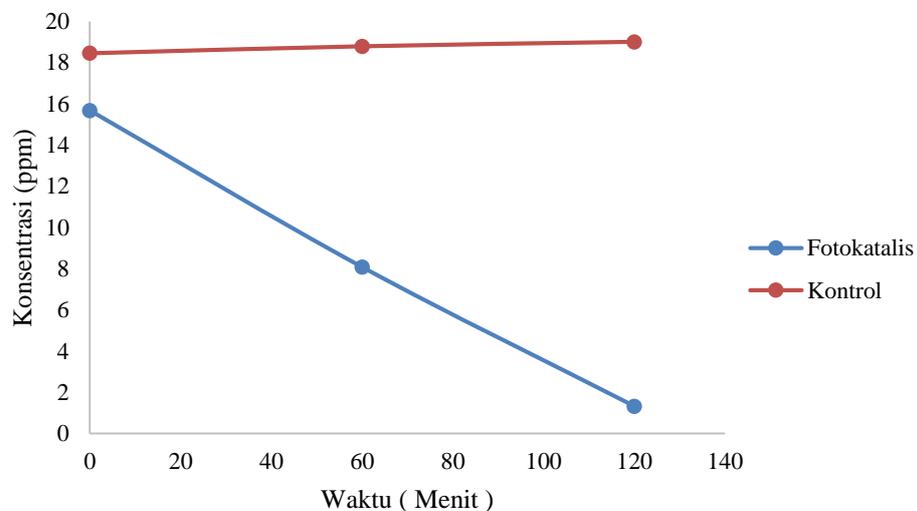
Gambar 4. 25 Kurva Deret Standar Base Red 218

Kurva deret standar zat warna *Base Red 218* menunjukkan hubungan konsentrasi berbanding lurus dengan absorbansi. Artinya semakin besar konsentrasi larutan deret standar maka semakin besar pula nilai absorbansi yang dihasilkan (Huda *dkk*, 2018). Persamaan regresi linier yang diperoleh yaitu, $y = 0.0419x + 0.0037$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.99. Dengan nilai koefisien

determinasi yang diperoleh mendekati nilai 1, maka hal tersebut menunjukkan kelayakan penggunaan grafik dalam pengujian.

4.6 Pengaruh Kondisi Reaksi terhadap Degradasi Larutan *Base Red 218*

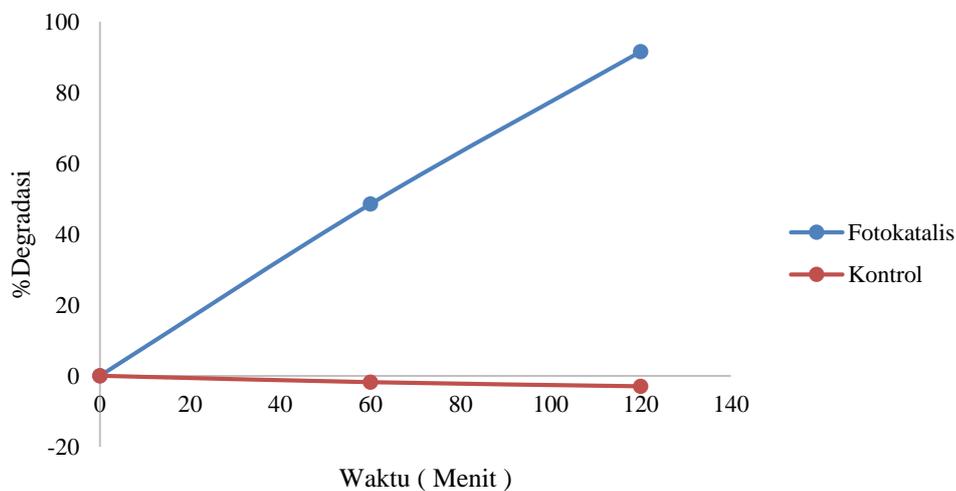
Gambar 4.26 menunjukkan penurunan konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218* pada dua kondisi yang berbeda yaitu dengan irradiasi sinar merkuri tanpa penambahan fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS (Kontrol) dan dengan irradiasi sinar merkuri dengan penambahan fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS (Fotokatalis). Sumber irradiasi sinar merkuri berasal dari lampu merkuri yang memiliki komposisi sinar UV 17% dan sinar tampak 83% (HPL-N 250W) (Ratnawati, *et al*, 2014). Hasil yang diperoleh terhadap larutan zat warna *Base Red 218* pada dua kondisi tersebut dimuat dalam Gambar 4.26.



Gambar 4. 26 Penurunan konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218* pada berbagai kondisi terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm dan massa fotokatalis 1 gr/L

Berdasarkan Gambar 4.26 terlihat penurunan konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218* cukup besar adalah dengan kondisi larutan zat warna *Base Red 218* yang diirradiasi sinar merkuri dibantu dengan penambahan fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS (Fotokatalis) yaitu sebesar 1.31 ppm. Penurunan konsentrasi ini menandakan bahwa telah terjadi proses degradasi larutan zat warna. Pada kondisi fotokatalisis, terdapat katalis (Pt-TiO₂)/CdS yang diirradiasi dengan sinar merkuri menyebabkan teraktifkannya proses katalisis. Bila energi foton yang diabsorpsi

sebanding atau lebih besar dari energi celah, maka elektron (e^-) pada pita valensi (valence band, VB) akan tereksitasi ke pita konduksi (conduction band, CB), dan elektron (e^-) tersebut akan terperangkap pada ion logam Pt sehingga dapat mencegah rekombinasi dari pasangan elektron-hole (e^- dan h^+). Berpindahannya elektron (e^-) pada pita valensi ke pita konduksi akan meninggalkan lubang positif (hole, h^+). Lubang positif yang terbentuk dapat berinteraksi dengan air atau ion OH^- menghasilkan radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$). Radikal hidroksil ini lah yang akan mendegradasi molekul zat warna (Gunadi, 2008). Sedangkan pada kondisi tanpa adanya penambahan $(\text{Pt-TiO}_2)/\text{CdS}$ dan hanya dilakukan irradiasi sinar merkuri (Kontrol) tidak terlihat adanya penurunan konsentrasi larutan zat warna. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi tersebut tidak terjadi proses degradasi sehingga dapat disimpulkan bahwa zat warna *Base Red 218* merupakan senyawa yang stabil dan tidak terdegradasi oleh cahaya. Persentase degradasi zat warna *Base Red 218* pada setiap selang waktu untuk masing-masing kondisi dimuat pada Gambar 4.27.



Gambar 4. 27 Kurva %degradasi larutan zat warna *Base Red 218* pada berbagai kondisi terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm dan massa fotokatalis 1 gr/L

Pada Gambar 4.27 diatas, dapat dilihat bahwa larutan zat warna *Base Red 218* pada kondisi fotokatalisis menghasilkan nilai persentase degradasi tertinggi seiring dengan bertambahnya waktu yaitu 91.58%. Hal tersebut membuktikan bahwa proses fotokatalisis dengan menggunakan katalis $(\text{Pt-TiO}_2)/\text{CdS}$ dan irradiasi sinar merkuri memiliki peranan penting untuk menaikkan persentase degradasi zat warna *Base Red 218*.

4.7 Pengaruh Konsentrasi Larutan Zat Warna *Base Red 218* terhadap kinerja fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS

Gambar 4.28 s/d Gambar 4.30 menunjukkan perubahan warna pada larutan *Base Red 218* yang telah terdegradasi oleh fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS. Konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218* divariasikan menjadi 15, 30, dan 55 ppm. Diuji menggunakan 1 gr fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS dalam 1 L larutan zat warna *Base Red 218*.



Gambar 4. 28 Perubahan warna larutan zat warna *Base Red 218* 15 ppm.

(kiri ke kanan : 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 menit)



Gambar 4. 29 Perubahan warna larutan zat warna *Base Red 218* 30 ppm.

(kiri ke kanan : 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 menit)



Gambar 4. 30 Perubahan warna larutan zat warna *Base Red 218* 55 ppm.

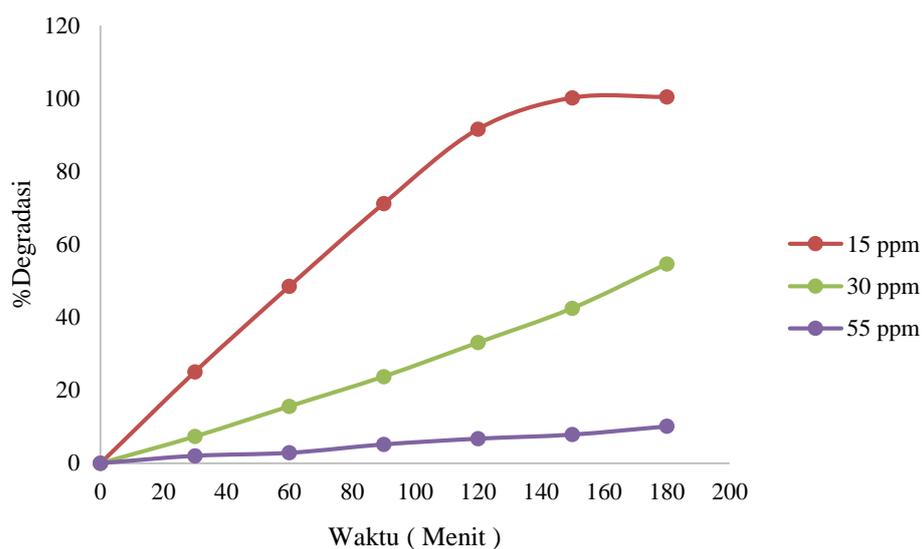
(kiri ke kanan : 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 menit)

Dari Gambar 4.28 menunjukkan adanya perubahan warna pada larutan zat warna *Base Red 218* saat 0 menit sampai 180 menit. Dimana pada waktu ke-180 menit larutan zat warna *Base Red 218* dengan konsentrasi 15 ppm seluruhnya telah terdegradasi oleh fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS yang ditunjukkan dengan tidak adanya

warna pada larutan. Berbeda dengan Gambar 4.29 dan Gambar 4.30 yang merupakan larutan zat warna *Base Red 218* dengan konsentrasi masing-masing sebesar 30 ppm dan 55 ppm memiliki warna akhir sesudah diirradiasi pada waktu ke-180 menit yaitu masih terdapatnya warna pada larutan. Tersisnya warna pada larutan zat warna *Base Red 218* sesudah irradiasi menandakan bahwa larutan tersebut belum sempurna terdegradasi oleh fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS. Hasil penurunan konsentrasi dan persentase degradasi larutan zat warna *Base Red 218* diatas terhadap kinerja fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.31.

Tabel 4. 3 Hasil penurunan konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218*

Konsentrasi Zat Warna	Waktu (Menit)	SAMPEL		
		Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	%Degradasi
15 ppm	0	0.6605	15.67	0
	30	0.496	11.74	25.04
	60	0.342	8.07	48.49
	90	0.193	4.51	71.17
	120	0.059	1.31	91.58
	150	0.0025	-0.02	100
	180	0.001	-0.06	100
30 ppm	0	1.309	31.15	0
	30	1.2135	28.87	7.31
	60	1.1055	26.29	15.59
	90	0.999	23.75	23.74
	120	0.8775	20.85	33.05
	150	0.7545	17.91	42.48
	180	0.596	14.13	54.62
55 ppm	0	2.3175	55.22	0
	30	2.2705	54.10	2.03
	60	2.2515	53.64	2.85
	90	2.198	52.36	5.16
	120	2.1615	51.49	6.74
	150	2.1355	50.87	7.86
	180	2.0835	49.63	10.11



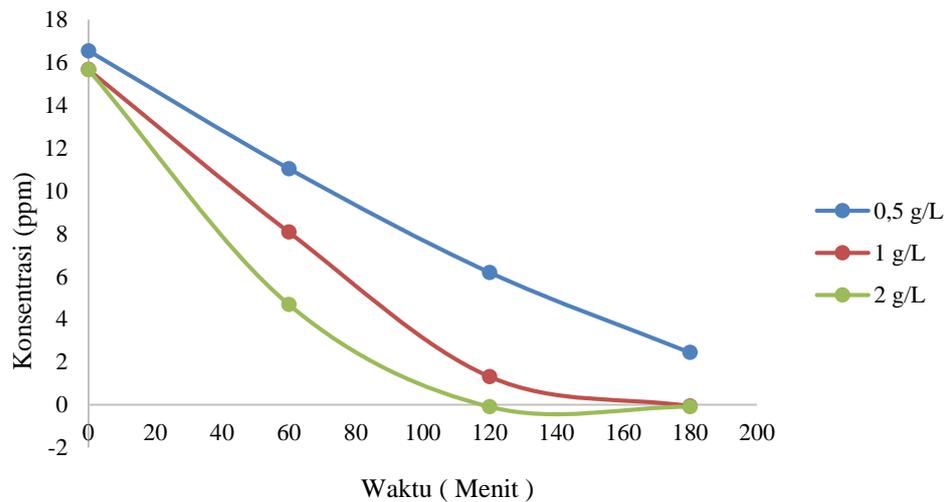
Gambar 4. 31 Kurva %Degradasi larutan zat warna *Base Red 218* pada berbagai variasi konsentrasi terhadap waktu untuk penggunaan fotokatalis 1 g/L

Dari Tabel 4.3 dan Gambar 4.31 menunjukkan bahwa persentase degradasi larutan zat warna *Base Red 218* mencapai 100% pada konsentrasi awal 15 ppm. Sedangkan konsentrasi larutan 30 dan 55 ppm persentase degradasi yang dihasilkan masing-masing sebesar 54.62% dan 10.11%. Sehingga, konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218* yang paling optimum adalah 15 ppm. Semakin besar konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218* yang digunakan maka semakin banyak jumlah molekulnya. Hal itu akan mempengaruhi sinar merkuri yang sampai pada fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS. Jika sinar merkuri yang sampai pada fotokatalis sedikit, maka energi foton yang mengenai fotokatalis juga semakin sedikit dan dapat mengakibatkan kemampuan elektron bereksitasi semakin kecil. Dengan demikian maka akan menghasilkan radikal hidroksil yang semakin sedikit dan kemampuan mengoksidasi larutan zat warna *Base Red 218* menurun (Andari dkk, 2014).

4.8 Pengaruh Massa Fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS terhadap Degradasi Zat Warna *Base Red 218*

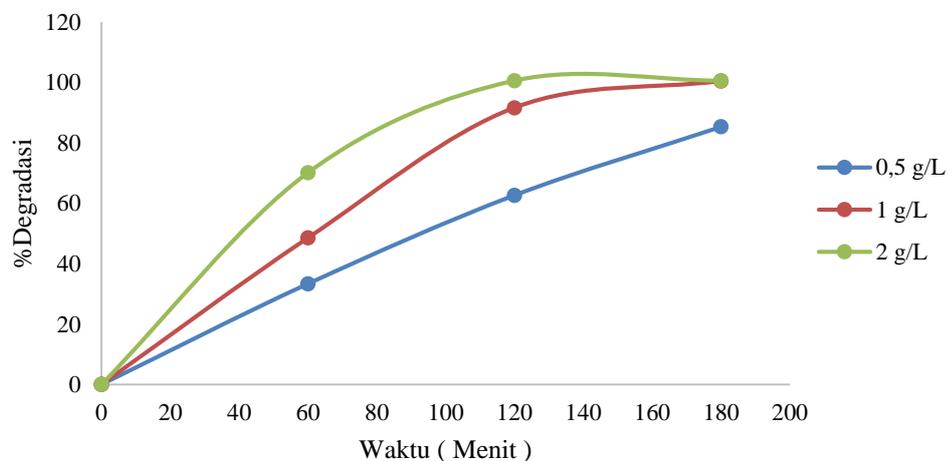
Gambar 4.32 menunjukkan pengaruh massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS yang ditambahkan kedalam larutan zat warna *Base Red 218* terhadap penurunan konsentrasi zat warna *Base Red 218*. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan

massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS 0.5 ; 1 ; 2 gr/L. Variasi tersebut diuji pada larutan zat warna *Base Red 218* dengan konsentrasi 15 ppm.



Gambar 4. 32 Kurva penurunan konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218* pada berbagai variasi massa (Pt-TiO₂)/CdS terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm

Dari hasil yang terlihat pada Gambar 4.32 penurunan konsentrasi larutan zat warna tertinggi dengan seiring bertambahnya waktu yaitu pada massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS sebesar 2 g/L. Nilai penurunan konsentrasi larutan tersebut setelah dikonversi menjadi persentase degradasi dimuat pada Gambar 4.33.



Gambar 4. 33 Kurva %Degradasi larutan zat warna *Base Red 218* pada berbagai variasi massa (Pt-TiO₂)/CdS terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm

Gambar 4.33 menunjukkan bahwa massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS yang paling optimal dalam mendegradasi larutan zat warna *Base Red 218* yaitu 2 g/L. Pada menit ke-60 untuk massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS 2 g/L dapat mendegradasi larutan zat warna *Base Red 218* sebesar 70.08% hingga mencapai 100% pada menit ke-120. Sedangkan pada massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS 1 g/L membutuhkan waktu 180 menit untuk mencapai 100% dan massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS 0.5 g/L pada menit ke-180 hanya mampu mencapai 85.24%. Proses degradasi juga dapat dilihat dari perubahan warna pada larutan yaitu warna larutan zat warna *Base Red 218* yang bermula berwarna merah menjadi tidak berwarna. Perubahan warna dapat dilihat pada Gambar 4.34 s/d Gambar 4.36.



Gambar 4. 34 Perubahan warna larutan zat warna *Base Red 218* variasi massa fotokatalis 0.5 g/L (kiri ke kanan : 0, 60, 120, dan 180 menit)

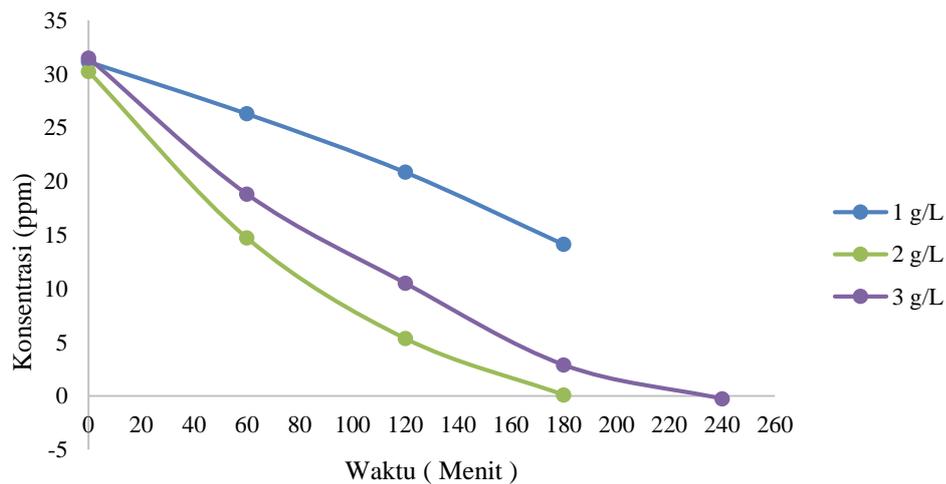


Gambar 4. 35 Perubahan warna larutan zat warna *Base Red 218* variasi massa fotokatalis 1 g/L (kiri ke kanan : 0, 60, 120, dan 180 menit)



Gambar 4. 36 Perubahan warna larutan zat warna *Base Red 218* variasi massa fotokatalis 2 g/L (kiri ke kanan : 0, 60, 120, dan 180 menit)

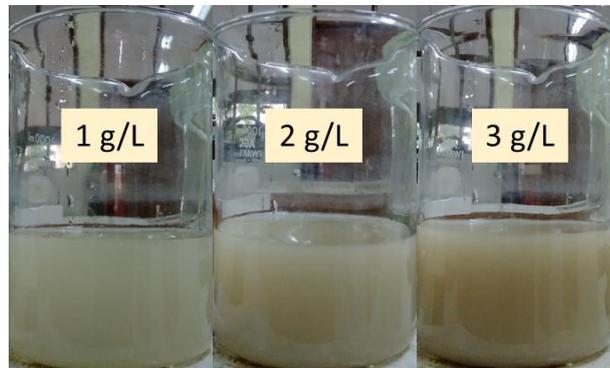
Gambar 4.37 juga menunjukkan bahwa dengan menggunakan massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS 2 g/L dapat mendegradasi larutan zat warna *Base Red 218* pada konsentrasi awal sebesar 30 ppm yang terdegradasi sebesar 99.66% pada menit ke-180. Dan jika menggunakan massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS sebesar 3 g/L hasil yang didapat yaitu pada menit ke-180 zat warna yang terdradasi hanya sebesar 90.80% namun tetap dapat terdegradasi hingga 100% pada menit ke-240. Sehingga dapat dikatakan bahwa massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS 2 g/L memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS sebesar 0.5 dan 1 g/L dan 3 g/L.



Gambar 4. 37 Kurva %Degradasi larutan zat warna *Base Red 218* pada berbagai variasi massa (Pt-TiO₂)/CdS terhadap waktu dengan konsentrasi awal 30 ppm

Hal tersebut menandakan bahwa dengan bertambahnya massa fotokatalis maka persentase degradasi belum tentu akan meningkat atau semakin baik dalam menurunkan konsentrasi zat warna karena ketika jumlah fotokatalis yang digunakan terlalu banyak maka akan membuat larutan semakin keruh seperti pada Gambar 4.38 sehingga dengan semakin keruhnya larutan, irradiasi sinar merkuri untuk proses fotokatalisis akan berkurang dan mengakibatkan hasil degradasi zat warna menjadi tidak optimal. (Widyasari, 2020). Selain itu, dengan penambahan waktu irradiasi juga menunjukkan persentase degradasi yang dihasilkan semakin meningkat yang ditandai dengan warna pada larutan *Base Red 218* 30 ppm sudah menghilang sepenuhnya pada menit ke-240 menggunakan massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS 3 g/L sehingga semakin lama waktu irradiasi maka semakin banyak kontak yang

terjadi antara larutan zat warna *Base Red 218* dengan fotokatalis, akibatnya semakin banyak pula molekul larutan zat warna *Base Red 218* yang terdegradasi (Riskiani dkk, 2019).



Gambar 4. 38 Kondisi larutan dengan berbagai variasi massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS

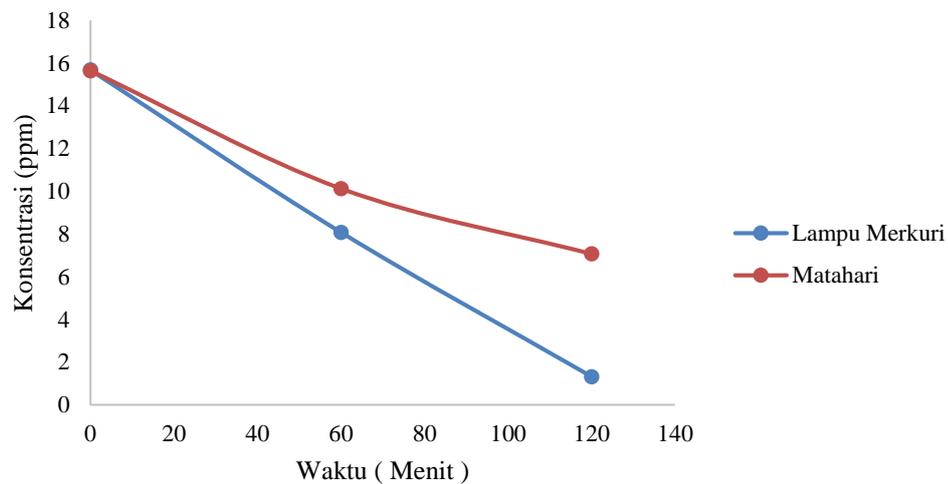
4.9 Pengaruh Sumber Cahaya terhadap Degradasi Larutan Zat Warna *Base Red 218*

Proses penambahan CdS pada TiO₂ adalah untuk membuat komposit fotokatalis dapat menghasilkan senyawa radikal dengan bantuan sinar tampak terutama dari matahari serta meningkatkan sifat dari fotokataliknya yang kemudian diuji pada larutan zat warna *Base Red 218* dengan konsentrasi 15 ppm pada waktu 0, 1 dan 2 jam. Pengujian pada proses ini dilakukan menggunakan dua sumber sinar yang berbeda yaitu menggunakan sinar dari lampu merkuri dan sinar matahari.

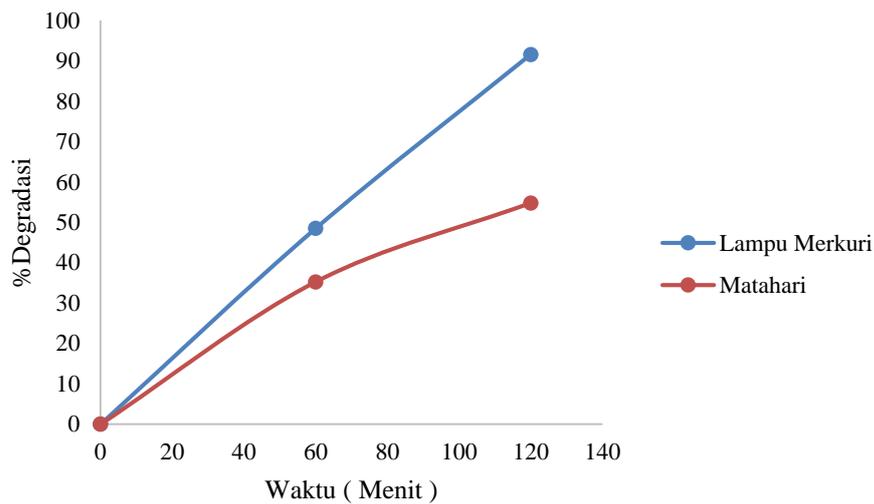
Pada penyinaran dengan sumber cahaya matahari, fotokatalis dapat menyerap energi foton matahari dimana sinar matahari adalah sumber sinar tampak alami dan Menurut National Toxicology Program (NTP) pada sinar matahari memiliki komposisi sinar UV sebesar 10% dan hanya sekitar sepertiga dari persentase tersebut yang menembus atmosfer untuk mencapai tanah (Naufal, 2017), untuk sinar tampak dari sinar matahari yaitu 35%. Didaerah khatulistiwa, sinar matahari dapat dinikmati kurang lebih selama 12 jam sehingga dalam mendegradasi larutan *Base Red 218* dapat menggunakan sumber sinar matahari sebagai pengolahan yang lebih ekonomis tanpa memerlukan lampu khusus untuk melakukan degradasi dengan menggunakan fotokatalisis (Dony dkk, 2013; Yulianto & Feby, 2019).

Sedangkan pada lampu merkuri yang memiliki komposisi sinar UV sebesar 17% dan sinar tampak sebesar 83% (HPL-N 250 W) (Ratnawati *et al*, 2014).

Gambar 4.39 dan 4.40 menunjukkan penurunan konsentrasi larutan *Base Red 218* paling optimum pada sumber cahaya lampu merkuri. Dimana pada waktu ke-120 menit menunjukkan penurunan konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218* sebesar 1.32 ppm dengan persentase degradasi sebesar 91.6 %, sedangkan dengan sumber cahaya sinar matahari pada waktu yang sama yaitu 120 menit menunjukkan penurunan konsentrasi larutan *Base Red 218* sebesar 7.07 ppm dengan persen degradasi sebesar 54.78%.



Gambar 4. 39 Kurva penurunan konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218* pada berbagai variasi sumber cahaya terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm dan massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS 1 g/L

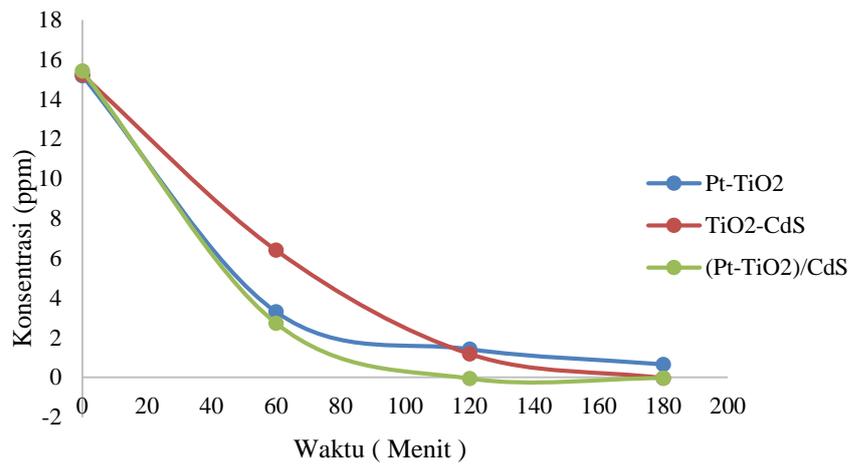


Gambar 4. 40 Kurva %degradasi larutan zat warna *Base Red 218* pada berbagai variasi sumber cahaya terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm dan massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS 1 g/L

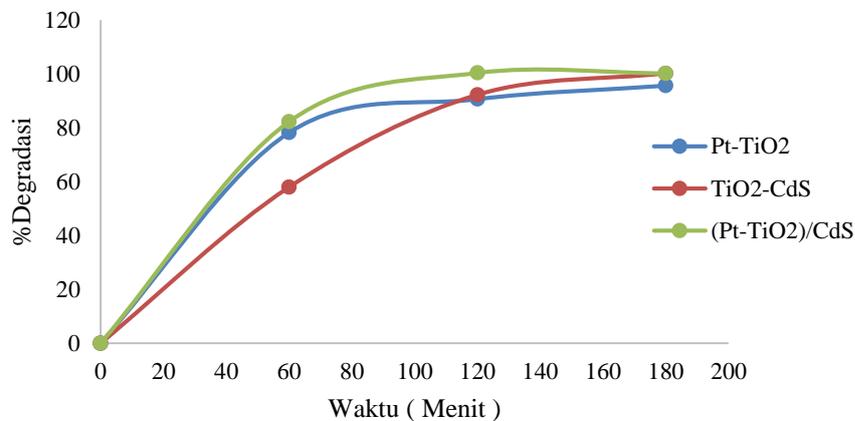
Dilihat pada Gambar 4.39 dan Gambar 4.40 penyinaran dengan menggunakan lampu merkuri menghasilkan aktivitas fotokatalitik yang lebih besar dibandingkan dengan penyinaran sinar matahari (Wardhani *dkk*, 2016). Perbedaan besarnya degradasi yang terjadi juga dipengaruhi faktor intensitas sinar matahari yang tidak stabil sehingga jumlah radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$) yang dihasilkan tidak sama saat pengerjaan dengan menggunakan lampu merkuri. Perbedaan intensitas sinar matahari yang sampai ke bumi juga dipengaruhi oleh musim dan keberadaan awan (Lestari *dkk*, 2015). Artinya dengan menggunakan lampu merkuri lebih baik dibandingkan dengan penggunaan sinar matahari, meskipun dengan sinar matahari terjadi penurunan konsentrasi tetapi penurunannya tidak sebesar menggunakan sumber cahaya dari lampu merkuri.

4.10 Pengaruh Jenis Fotokatalis terhadap Degradasi Larutan Zat Warna *Base Red 218*

Beberapa fotokatalis yaitu Pt-TiO₂, TiO₂-CdS, dan (Pt-TiO₂)/CdS yang telah dibuat, diujikan kedalam larutan zat warna *Base Red 218* dengan konsentrasi awal 15 ppm dan menggunakan massa fotokatalis masing-masing sebesar 1 g/L. Hasil dari aplikasi jenis fotokatalis terhadap degradasi larutan zat warna *Base Red 218* dimuat dalam Gambar 4.41 dan Gambar 4.42.



Gambar 4. 41 Kurva penurunan konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218* pada berbagai variasi jenis fotokatalis terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm dan massa fotokatalis 1 g/L



Gambar 4. 42 Kurva %degradasi larutan zat warna *Base Red 218* pada berbagai variasi jenis fotokatalis terhadap waktu dengan konsentrasi awal 15 ppm dan massa fotokatalis 1 g/L

Berdasarkan Gambar 4.41 fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS dapat menurunkan konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218* hingga 0 ppm dengan persentase degradasi sebesar 100% yang ditunjukkan pada Gambar 4.42 pada menit ke-120. Berbeda dengan fotokatalis Pt-TiO₂ dan TiO₂-CdS, masing-masing fotokatalis tersebut pada waktu yang sama hanya dapat menurunkan konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218* sebesar 1.41 ppm dan 1.17 ppm dengan masing-masing persentase degradasi yaitu 90.68% dan 92.27%. Sedangkan, pada waktu ke-180 menit, fotokatalis TiO₂-CdS dapat menurunkan konsentrasi larutan zat warna *Base*

Red 218 hingga 0 ppm dengan persentase degradasi 100% tetapi tidak pada fotokatalis Pt-TiO₂ yang hanya dapat menurunkan konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218* sebesar 0.65 ppm dengan persentase degradasi yaitu sebesar 95.07%.

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa fotokatalis TiO₂ yang telah dimodifikasi dengan Pt dan CdS memiliki kemampuan lebih baik dalam mendegradasi larutan zat warna *Base Red 218* karena CdS yang dikompositkan pada TiO₂ memiliki nilai *bandgap* (2.4 e.V) yang rendah sehingga dapat menurunkan nilai *bandgap* dari TiO₂ serta CdS dapat memanfaatkan cahaya tampak dan elektron yang tereksitasi dari pita valensi ke pita konduksi pada CdS secara efektif berpindah ke pita konduksi pada TiO₂ hal itu dikarenakan CdS memiliki pita konduksi yang kurang positif dibandingkan dengan TiO₂ (Janbandhu *et al*, 2019). Elektron yang berada pada pita konduksi TiO₂ dapat ditransfer ke permukaan logam Pt sehingga peristiwa rekombinasi dapat dikurangi dengan efisien. Selain itu, elektron pada permukaan Pt dapat bereaksi dengan oksigen terlarut yang diserap pada permukaan Pt-TiO₂ membentuk anion oksida ($\cdot\text{O}_2^-$) yang dapat bereaksi dengan senyawa organik dan membuat senyawa organik tersebut berubah menjadi karbon dioksida dan air melalui fotodegradasi (Gao *et al*, 2015).

4.11 Analisa COD

Pengujian COD ini menggunakan larutan zat warna *Base Red 218* dengan konsentrasi sebesar 15 ppm dan didegradasi menggunakan komposit (Pt-TiO₂)/CdS dengan massa komposit sebesar 1 g/L, selama 120 menit didalam fotoreaktor yang memiliki sumber cahaya lampu merkuri. Sampel yang di uji COD dalam pengambilan waktu 0 menit dan 120 menit. Pada pengujian COD ini menggunakan metode titrasi, seperangkat alat refluks dipasang pada sample dan dibuat duplo. Berikut adalah data yang didapatkan atas pengujian COD pada sampel *Base Red 218* dengan konsentrasi 15 ppm.

Tabel 4. 4 Nilai COD

Konsentrasi Larutan Base Red 218	Massa Komposit (Pt-TiO₂)/CdS	Waktu Irradiasi	Kadar COD (ppm)
15 ppm	1 gr/L	0 menit	95
		120 menit	65

Hasil diatas menunjukkan adanya penurunan nilai COD, dimana pada waktu 0 menit kadar COD yang didapatkan sebesar 95 ppm. Sedangkan, pada waktu 120 menit kadar COD yang dapatkan sebesar 65 ppm. Nilai COD pada 0 menit dan 120 menit masih di bawah baku mutu nilai COD yang diperbolehkan pada limbah tekstil. Dengan sampel yang digunakan memiliki konsentrasi 15 ppm menunjukkan nilai COD yang masih dibawah kadar COD baku mutu limbah tekstil, jika konsentrasi sampel yang lebih besar dari 15 ppm akan memiliki kemungkinan nilai COD yang berada diatas baku mutu limbah tekstil. Hal ini diperlukan pengujian yang lebih lanjut untuk membuktikannya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini telah dilakukan aplikasi fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS terhadap larutan zat warna tekstil *Base Red 218*. Berikut ini adalah beberapa kesimpulan yang didapat dari penelitian ini, yaitu :

1. Konsentrasi larutan zat warna *Base Red 218* yang dapat terdegradasi secara maksimal adalah 15 ppm dengan persentase degradasi yaitu 100% pada menit ke-150.
2. 2 gr/L massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS merupakan jumlah massa fotokatalis yang paling optimal untuk mendegradasi larutan *Base Red 218* 15 ppm hingga mencapai 100% dengan waktu 120 menit dan 99.66% pada larutan *Base Red 218* 30 ppm dengan waktu 180 menit.
3. Pemakaian lampu merkuri sebagai sumber cahaya memberikan persentase degradasi yang lebih besar dibandingkan menggunakan sinar matahari dengan persentase degradasi larutan *Base Red 218* 15 ppm sebesar 91,6 % dengan waktu 120 menit.
4. Penambahan CdS dan Pt ke TiO₂ meningkatkan kemampuan fotokatalis dalam mendegradasi larutan zat warna *Base Red 218* persentase degradasi sebesar 100% pada waktu ke-120 menit.
5. Hasil analisa COD yang dilakukan pada konsentrasi awal larutan zat warna *Base Red 218* sebesar 15 ppm, dengan massa fotokatalis 1 gr/L dan waktu irradiasi selama 0 menit dan 120 menit masing-masing menghasilkan nilai COD sebesar 95 ppm dan 65 ppm. Hasil tersebut masih dibawah Baku Mutu Limbah Cair Industri Tekstil yaitu 150 mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal , S., 2016. Photo Catalytic Degradation of Methyl Orange by Using CdS Semiconductor Nanoparticles Photocatalyst. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 03, pp 451-454.
- Andari, N. D., Wardhani, S., 2014. Fotokatalis TiO₂-Zeolit Untuk Degradasi Metilen Biru. *Chem. Prog*, vol. 7(1), pp 9-14.
- Babu, B. R., Parande, A. K., Raghu, S., Kumar, T. P., 2007. Cotton textile processing: waste generation and effluent treatment. *Textile technology. J. Cotton Sci*, vol. 11, pp 141-153.
- Badan Lingkungan Hidup Republik Indonesia, KEP MENLH No. 51/MENLH/10/2014. Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tekstil.
- Chen, D., Qian, Z., Fengsan, Z., Xutao, D., Fatang, L., 2012. Synthesis and Photocatalytic Performances of The TiO₂ Pillared Montmorillonite. *Journal of Hazardous Material*, vol. 235, pp 186-193.
- Enrico., 2019. Dampak Limbah Cair Industri Tekstil terhadap Lingkungan dan Aplikasi Teknik Eco Printing sebagai Usaga Mengurangi Limbah. *Moda*, vol. 1(1), pp 5-13.
- Fadhilah, A., Novita, L., 2020. Sintesis Nanokomposit CdS/(Pt-TiO₂)-Batu Apung Untuk Aplikasi Desinfeksi Bakteri *E. Coli*. Tangerang Selatan: Institut Teknologi Indonesia.
- Fitriyani, Y. O., Septiani, U., Wellia, D. V., Putri, R. A., Safni., 2017. Degradasi Zat Warna Direct Red-23 Secara Fotolisis dengan Katalis C-N-codoped TiO₂. *Jurnal Kimia Valensi*, Vol. 3(2), pp 152-159.
- Gao H., Wang H., Jin Y., Lv J., Xu G., Wang D., Zhang X., Chen Z., Zheng Z., Wu Y., 2015. Controllable Fabrication of Immobilized Ternary CdS/Pt-TiO₂

- Heteronanostructures Toward High-Performance Visible-Light Driven Photocatalysis. *Physical Chemistry Chemical Physics*, vol. 17(27), pp 1-7.
- Gunadi, N., 2008. Degradasi Fotokatalitik Zat Warna Remazol Red RB 133 Dalam Sistem TiO₂ Suspensi. Skripsi: Universitas Indonesia.
- Habib, M. A., Tusan, S., Newaz, M. B., Iqbal, I. I., Abu, J. M., 2013. Synthesis and Characterization of ZnO-TiO₂ Nanocomposite and their Application as Photocatalysts. *International Nano Letters*, vol. 3(5), pp 1-8
- Herlina, S. D. Y. P., 2013. Pewarnaan. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.
- Huda, T., Yulitaningtyas, T. K., 2018. Kajian Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Selulosa dari Alang-Alang. *Indonesian Journal of Chemical Analysis*, vol. 01(01), pp 09-19.
- Janbandhu S. Y., Joshi A., Munishwar S. R., Gedam R. S., 2019. CdS/TiO₂ Heterojunction in Glass Matrix: Synthesis, Characterization, and Application as an Improved Photocatalyst. *Science Direct*, vol. 497, pp 1-11.
- Kant, R., 2012. Textile Dyeing Industry an Environmental Hazard. *Natural Science*, vol. 4(1), pp 22-26.
- Kamal, N., 2012. Pemakaian adsorben karbon aktif dalam pengolahan limbah industri batik, pp 77–80.
- Kartina, B., Ashar, T., dan Hasan, W., 2013. Karakteristik Pedagang, Sanitasi Pengolahan dan Analisa Kandungan Rhodamin B pada Bumbu Cabai Giling di Pasar Tradisional Kecamatan Medan Baru Tahun 2012. *Lingkungan dan Kesehatan Kerja*, vol. 1(2), pp 1-7.
- Lestari, Y. D., Sri, W., Mohammad, M. K., 2015. Degradasi methylene blue menggunakan fotokatalis TiO₂-N/Zeolit dengan sinar matahari. *Kimia Student Journal*. vol. 1(1), pp 592- 598.

- Manurung, M., 2012. Aplikasi Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana* L.) Sebagai Pewarna Alami pada Kain Katun secara Pre-Mordanting. *Journal of Chemistry*, vol. 6(2), pp 183-190.
- Martinez, A. A., 2011. Silver-based Antimicrobial Polymers for Food Packaging. *Woodhead Publishing Limited*, vol. 13, pp 347-367.
- Naufal, A., 2017. Apa itu Cahaya Ultraviolet?. [Online]. Available at: <http://news.gunadarma.ac.id/2017/09/apa-itu-cahaya-ultraviolet/> [Accessed 20 June 2021].
- Neldawati., Ratnawulan., Gusnedi., 2013. Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat. *Pillar of Physics*, vol. 2, pp 76-83.
- Pang, S. C., Sze, Y. K., Suk, F. C., 2012. Fabrication of Magnetite/Silica/Titania Core-Shell Nanoparticles. *Journal Nanomaterials*, pp 1-6
- Paryanto, P., Hermiyanto, H., dan Sanjaya, S.D.S., 2013. Pembuatan Zat Warna Alami Dari Biji Kesumba Dalam Bentuk Konsentrat Tinggi Untuk Pewarna Makanan. *Metana*, vol. 9(02), pp 41- 45.
- Putri, L. E., 2017. Penentuan Konsentrasi Senyawa Berwarna KMnO_4 Dengan Metoda Spektroskopi UV Visible. *Natural Science Journal*, vol. 3(1), pp 391-398.
- Rahman, T., Muhammad, A. F., Asep Bayu D., Nandiyanto., Ahmad M., 2014. Review: Sintesis Titanium Diokasida Nanopartikel. *Jurnal Integrasi Proses*, vol. 1(5), pp 15 – 29.
- Ratnawati., Gunlazuardi, J., Slamet., 2014. Effect of NaBF_4 Addition on the Anodic Synthesis of TiO_2 Nanotube Arrays Photocatalyst for Production of Hydrogen from GlycerolWater Solution. *Int. J. Hydrog Energy*, vol. 39, pp 16927-16935.

- Ratnawati., Hartanto, S., Amalia, Y. H., Rina R, C., 2020. Photocatalytic Performance Of CdS/(Pt-TiO₂)-Pumice For *E.Coli* Disinfection In Drinking Water. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, vol. 9, pp 242-245.
- Ratnawati., Husnil, Y., Hartanto, S., Purawiardi, I., 2019. Visible Light Induced Photocatalysis On Cds-Modified TiO₂ For Textile Wastewater Treatment. *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*, vol. 7, pp 5-8.
- Renata, L. E. P., 2014. Pengolahan Limbah Cair Kain Jumpatan Dengan Menggunakan Membran Komposit Kitosan-PVA, Tugas Akhir: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Riskiani, E., Eka, S. I., Sibarani, J., 2019. Fotokatalis Bentonit-Fe₂SO₃ Untuk Degradasi Zat Warna *Remazol Brilliant Blue*. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, vol. 7, pp 46-54.
- Rohayati, Z., Fajrin, M. M., Rua J., Yulan, R., 2017. Pengolahan Limbah Industri Tekstil Berbasis Green Technology Menggunakan Metode Gabungan Elektrodegradasi dan Elektrokolorisasi dalam Satu Sel Elektrolisis. *Chimica et Natura Acta*, vol. 5(2), pp 95-100.
- Rosanti A. D., Wardani, A. R. K., Latifah E. U., 2020. Pengaruh Variasi Konsentrasi Urea Terhadap Fotoaktivitas Material Fotokatalis N/TiO₂ Untuk Penjernihan Limbah Batik Tenun Ikat Kediri. *Jurnal Kimia Riset*, vol. 5(1), pp 1-15.
- Rosanti, D. R., Wardani, A. R. K., Anggraeni, H. A., 2020. Pengaruh Suhu Kalsinasi Terhadap Karakteristik dan Aktivitas Fotokatalitis N/TiO₂ Pada Penjernihan Limbah Batik Tenun Ikat Kediri. *Indonesian E-journal of Applied Chemistry*, vol. 8(1), pp 26-33.

- Roynizar., 2013. Pembuatan dan Karakterisasi Field Effect Transistor (Fet) Berbasis Cadmium Sulfide (CdS) untuk Detektor Cahaya Tampak. Penelitian: Institut Pertanian Bogor.
- Sani A, A., Atiek, R. N., Diana, R., 2009. Pembuatan Fotokatalis TiO₂-Zeolit Alam Asal Tasikmalaya Untuk Fotodegradasi Methylene Blue. *Jurnal Zeolit Indonesia*, vol. 8(1), pp 6-14.
- Santoso, J. S., Nusantor, Y. R., Lestari, W. C., Choir, A. A., 2019. Pengaruh Variasi Suhu Kalsinasi C-TiO₂, Zn-TiO₂, dan La-TiO₂ Terhadap Kristalinitas pada Metode Sol-Gel. *Research Gate*.
- Sibarani, J., Purba, D. L., Suprihatin, I. E., Manurung, M., 2016. Fotodegradasi Rhodamin B Menggunakan ZnO/UV/Feagen Fenton. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, vol 4(1), pp 84-94
- Sitanggang, P. Y., 2017. Pengolahan Limbah Tekstil Dan Batik Di Indonesia. *Zenodo*.
- Sivakumar, P., Sudha, D., 2015. Review on the photocatalytic activity of various composite catalysts. *Chemical Engineering and Processing*, vol. 97, pp 112-133.
- Smith, W., Shun, M., Ganhua, L., Alexis, C., Junhong, C., Yiping, Z., 2010. The Effect of Ag Nanoparticel Loading on The Photocatalytic Activity of TiO₂ Nanorod Array. *Chemical Physics Letters*, vol. 485, pp 171-175.
- Sofyan, B. T., 2019. Pengantar Material Teknik. Jakarta: Salemba Teknika.
- Suarsa, I. W., Suarya, P., Kurniawati, I., 2011. Optimasi Jenis Pelarut dalam Ekstraksi Zat Warna Alam Dari Batang Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L. cv kepok) dan Batang Pisang Susu (*Musa paradisiaca* L. cv susu). *Journal of Chemistry*, vol. 5(1), pp 72-80.
- Sucahya, T. N., Permatasari, N., Nandiyanto, A. B. D., 2016. Review: Fotokatalis Untuk Pengolahan Limbah Cair. *Jurnal Integrasi Proses*, vol. 6(1), pp 1-15.

- Suhartati, T., 2017. Dasar-Dasar Spektrofotometri Uv-Vis dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik, Bandar Lampung: CV. Anugrah Utama Raharja.
- Supriyadi, A., Nesiana., 2017. Sintesis Fotokatalis CdS-TiO₂ Untuk Pengolahan Limbah Tekstil, Serpong : Institut Teknologi Indonesia.
- Suriati G., Mariatti M., Azizan A., 2014. Synthesis of Silver Nanoparticles by Chemical Reduction Method: Effect of Reducing Agent and Surfactant Concentration. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, vol. 10, pp 1920-1927.
- Togas, C., Wuntu, A., Kolengan, H., 2014. Fotodegradasi Zat Warna Metanil Yellow Menggunakan Fotokatalis TiO₂-Karbon Aktif. *Jurnal Mipa Unsrat Online*, vol. 3(2), pp 87-91.
- Utomo W., Sumarni W., Priatmoko S., 2018. Pengaruh Konsentrasi SO₄²⁻ dan pH terhadap Degradasi Congo Red Menggunakan Fotokatalis N-TiO₂. *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 7(1), pp 72-76.
- Vaiano, V., Sacco, O., Sannino, D., Ciambelli, P., 2015. Process Intensification in The Removal Of Organic Pollutants from Wastewater using innovative photocatalysts obtained coupling Zinc Sulfide based phosphors with nitrogen doped semiconductors. *Journal of Cleaner Production*, vol. 100, pp 208-211.
- Volmajer Valh, J., Majcen, L. M., Vajnhandl, S., Jeric, T., Simon, E., 2011. Water in the Textile Industry. *Elsevier*, pp. 685-706.
- Vossoughi, M., Ghanbari, F., Simchi, A., Shidpour, R., 2014. Photo-degradation of Organic Dye by Zinc Oxide Nanosystems with Special Defect Structure: Effect of The Morphology and Annealing Temperature. *Applied Catalysis A: General*, vol. 472, pp 98-204.
- Warda Ningsih, S. K., 2016. Sintesis Anorganik, Padang: UNP Press Padang.

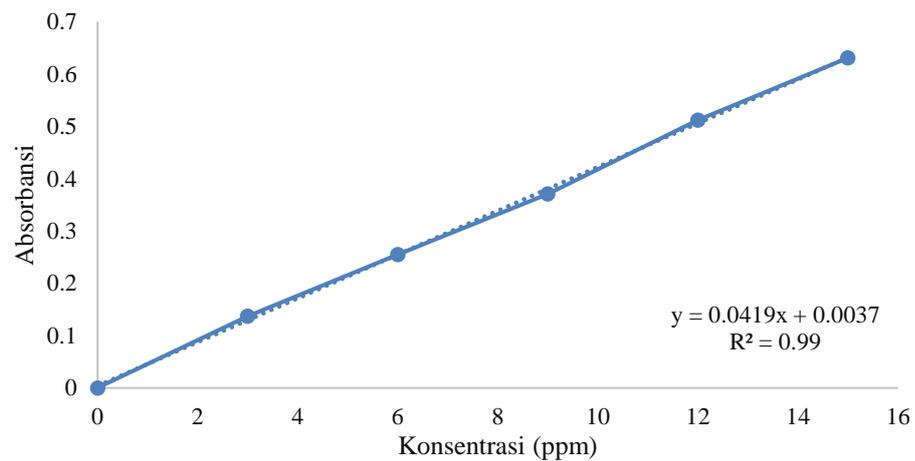
- Wardhani, S., Bahari, A., Misbah, K. M., 2016. Aktivitas Fotokatalitik Beads TiO₂-N/Zeolit-Kitosan Pada Fotodegradasi Metilen Biru (Kajian Pengembangan, Sumber Sinar Dan Lampu Penyinaran). *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology*, vol. 03, pp 78-84.
- Warono, D., Syamsudin., 2013. Unjuk Kerja Spektrofotometer untuk Analisa Zat Aktif Ketoprofen. *Konversi*, vol. 2(2), pp 57-65.
- Widyasari, B. D., 2020. Pengaruh Modifikasi Permukaan TiO₂ Menggunakan Ag Nanopartikel Terhadap Aktivitas Fotokatalitiknya Untuk Degradasi Methyl Orange. Tugas Akhir, Jakarta: Universitas Pertamina
- Wirjoadi., Yunanto., Bambang, S., 2007. Deposisi Lapisan Tipis (CdS) Tipe-N diatas Lapisan Tipis (CuInSe₂) Tipe-P sebagai Penyangga untuk Sel Surya CIS. *Prosiding PPI-PDIPTN*, pp 250-255.
- Yulianto, A. P., Feby S., 2019. Sintesis dan Aplikasi Fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS untuk Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit, Serpong: Insitut Teknologi Indonesia.

LAMPIRAN

Hasil absorbansi larutan deret standar yaitu sebagai berikut :

Konsentrasi	Absorbansi
0	0
3	0.13
6	0.25
9	0.37
12	0.51
15	0.63
R ²	0.99
Slope	0.0419
Intercept	0.0037

Kurva Deret Standar Base Red 218 (0-15 ppm)



b) Perhitungan Variabel Optimasi Konsentrasi *Base Red 218*

Optimasi konsentrasi *Base Red 218* dilakukan pada konsentrasi 15 ; 30 ; dan 55 ppm dengan 1 gram fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS dalam 1 Liter yang dibuat menjadi duplo dengan masing-masing volume dan massa

fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS yaitu 500 mL dan 0.5 gram. Hasil paling optimal ditunjukkan pada konsentrasi 15 ppm.

- **%Degradasi**

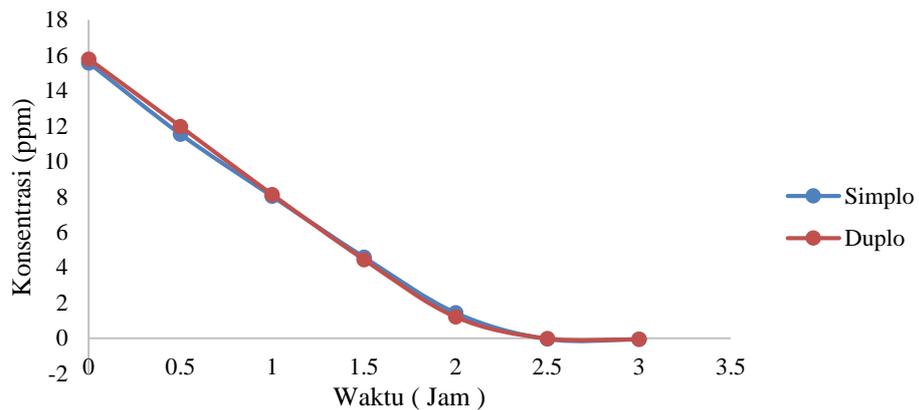
$$\text{Degradasi} = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan:

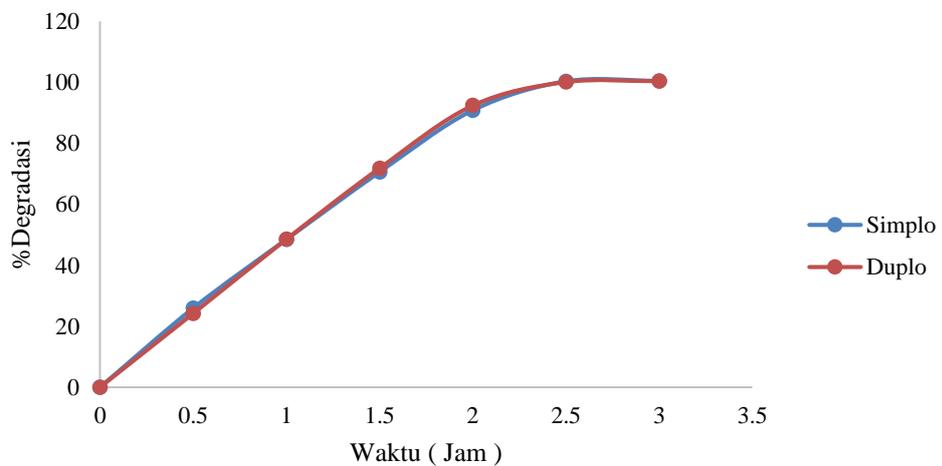
C₀ = Konsentrasi Awal (larutan menit ke-0)

C = Konsentrasi Akhir (larutan menit ke-X) yaitu menit ke- 30, 60, 90, 120, 150, 180.

Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218



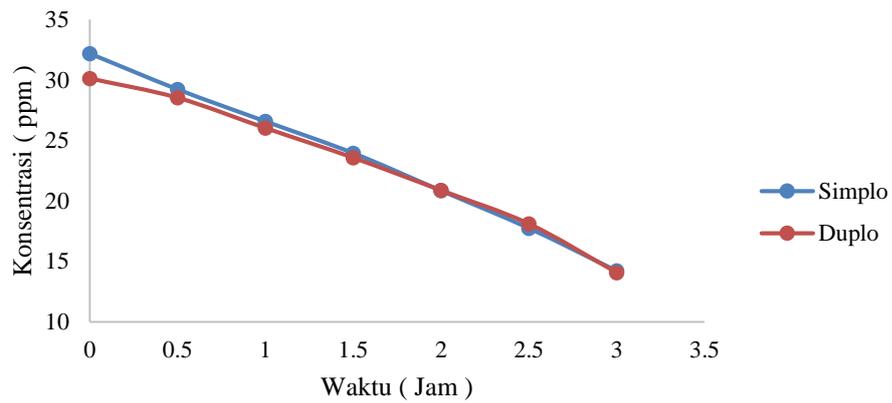
Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218



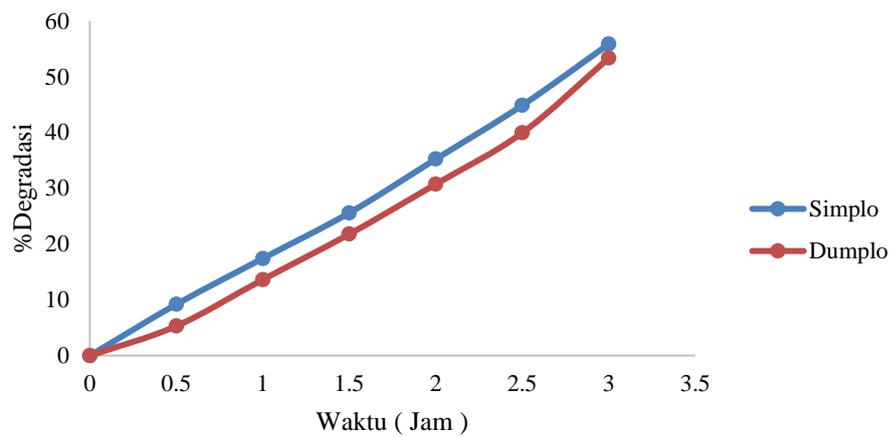
Berikut tabel hasil variasi optimasi konsentrasi *Base Red 218* untuk 30 dan 55 ppm

- 30 ppm *Base Red 218*

Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218

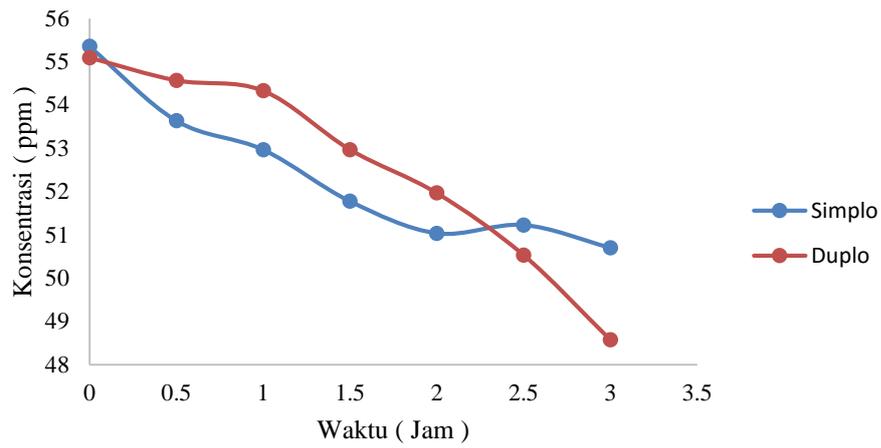


Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218

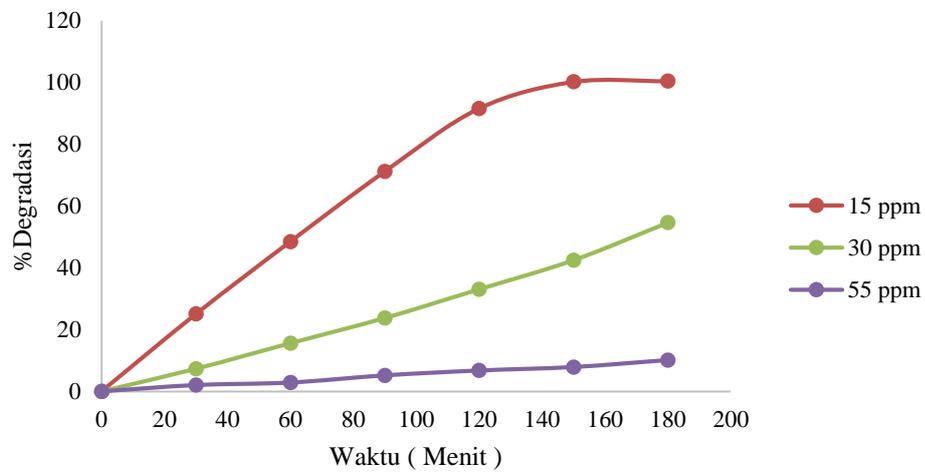


- 55 ppm *Base Red 218*

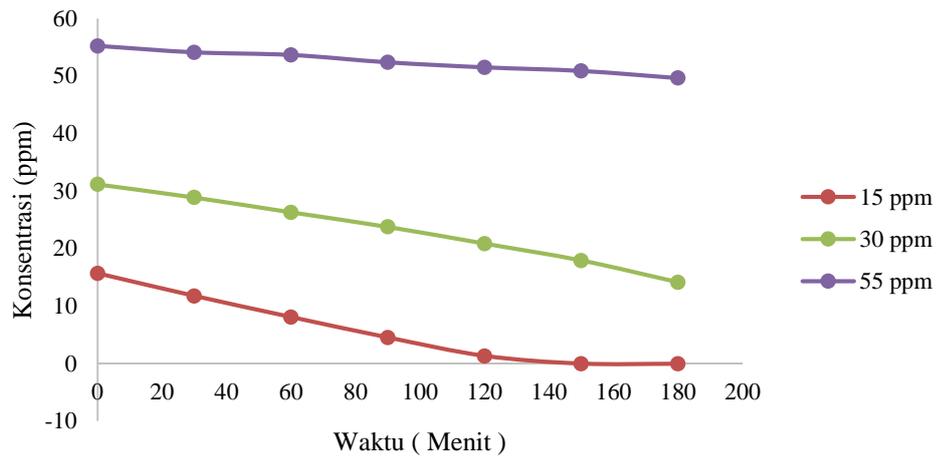
Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218



Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218

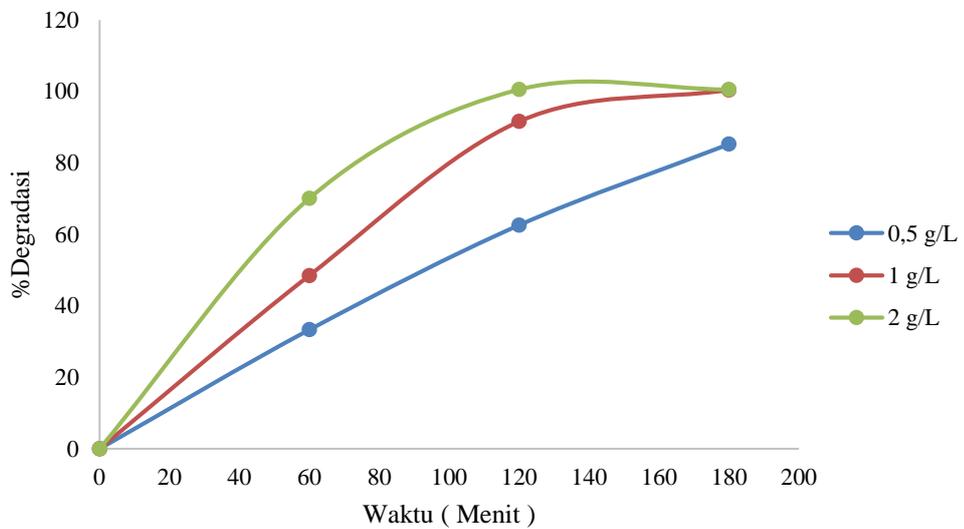


Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218

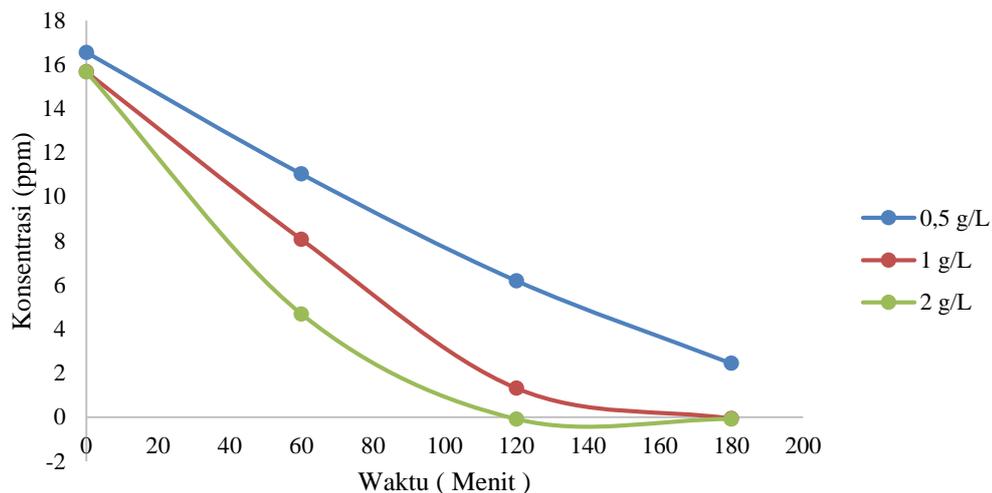


c) Perhitungan Variable Optimasi Massa Fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS

Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218

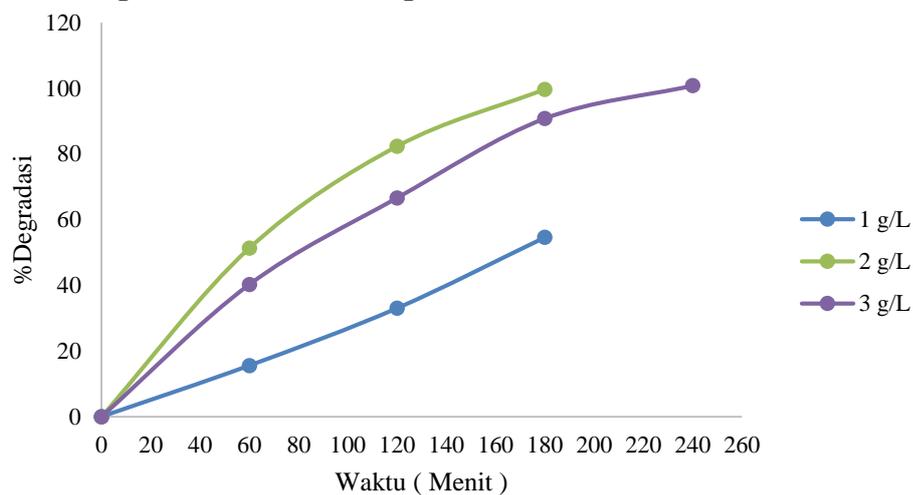


Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218

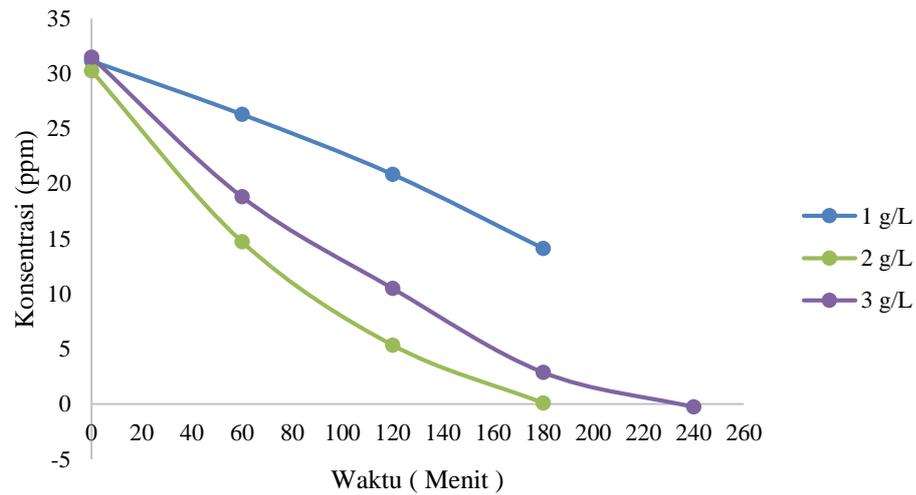


Berikut merupakan tabel hasil uji optimasi komposisi (Pt-TiO₂)/CdS₂ g/L untuk larutan *Base Red 218* pada konsentrasi 30 ppm.

Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218

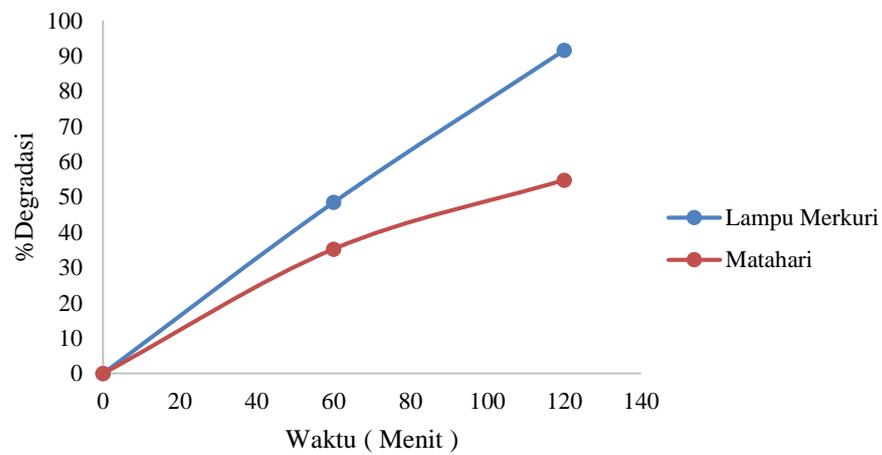


Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218

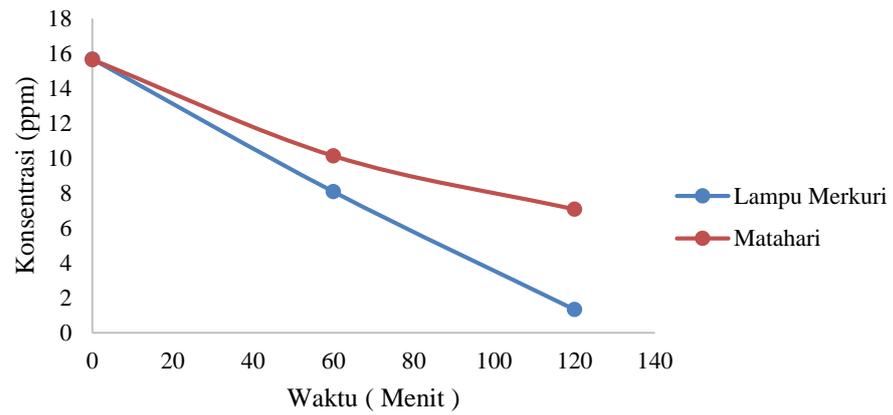


d) Perhitungan Variable Optimasi Sumber Irradiasi

Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218

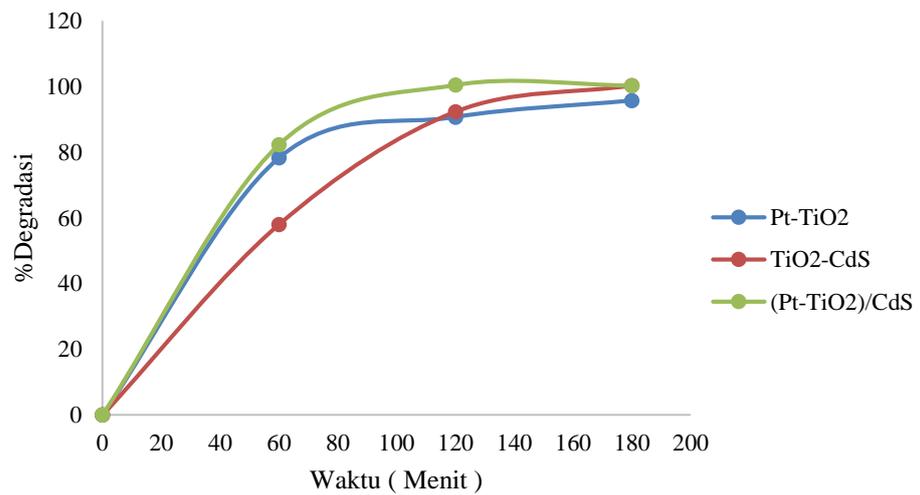


Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218

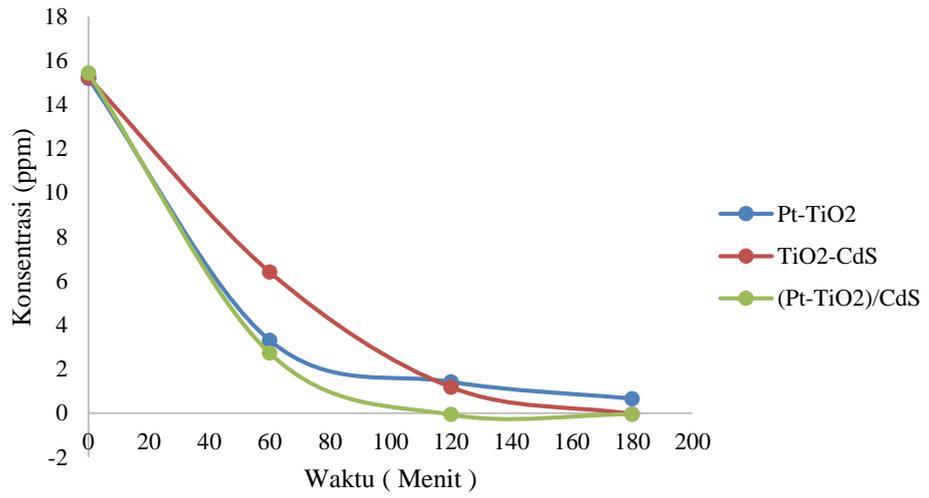


e) Perhitungan Variable Optimasi Jenis Fotokatalis

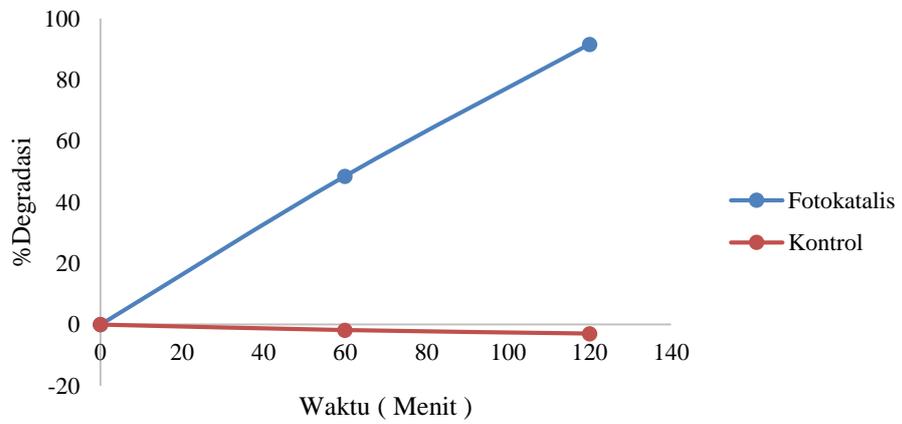
Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218



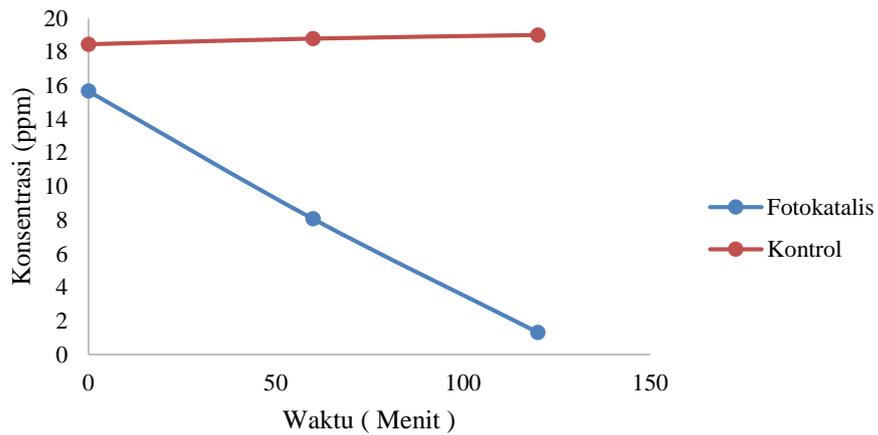
Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218



Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218



Aplikasi Fotokatalis pada Larutan Base Red 218



f) Perhitungan Analisa *Chemical Oxygen Demand*

Konsentrasi Larutan <i>Base Red 218</i>	Komposisi (Pt-TiO ₂)/CdS	Waktu Irradiasi	Volume Titrasi (mL)			Kadar COD (ppm)
			Sampel (mL)	Sampel Rata-Rata (mL)	Blanko (mL)	
15 ppm	0,5 gr/ 500 mL	0 menit	32.9	32.85	33.8	95
		0 menit	32.8			
		120 menit	32.2	32.2		65
		120 menit	32.2			

$$\text{Nilai COD} = \frac{(V_{\text{titrasiblanko}} - V_{\text{titrasisampel}}) \times 0,25 N \times 8 \times 1000}{V_{\text{sampelawal}}}$$

a. Pada Waktu Irradiasi 0 menit

$$\text{Nilai COD} = \frac{(33,8 \text{ mL} - 32,85 \text{ mL}) \times 0,25 N \times 8 \times 1000}{20 \text{ mL}} = 95 \text{ ppm}$$

b. Pada Waktu Irradiasi 120 menit

$$\text{Nilai COD} = \frac{(33,8 \text{ mL} - 32,2 \text{ mL}) \times 0,25 N \times 8 \times 1000}{20 \text{ mL}} = 65 \text{ ppm}$$

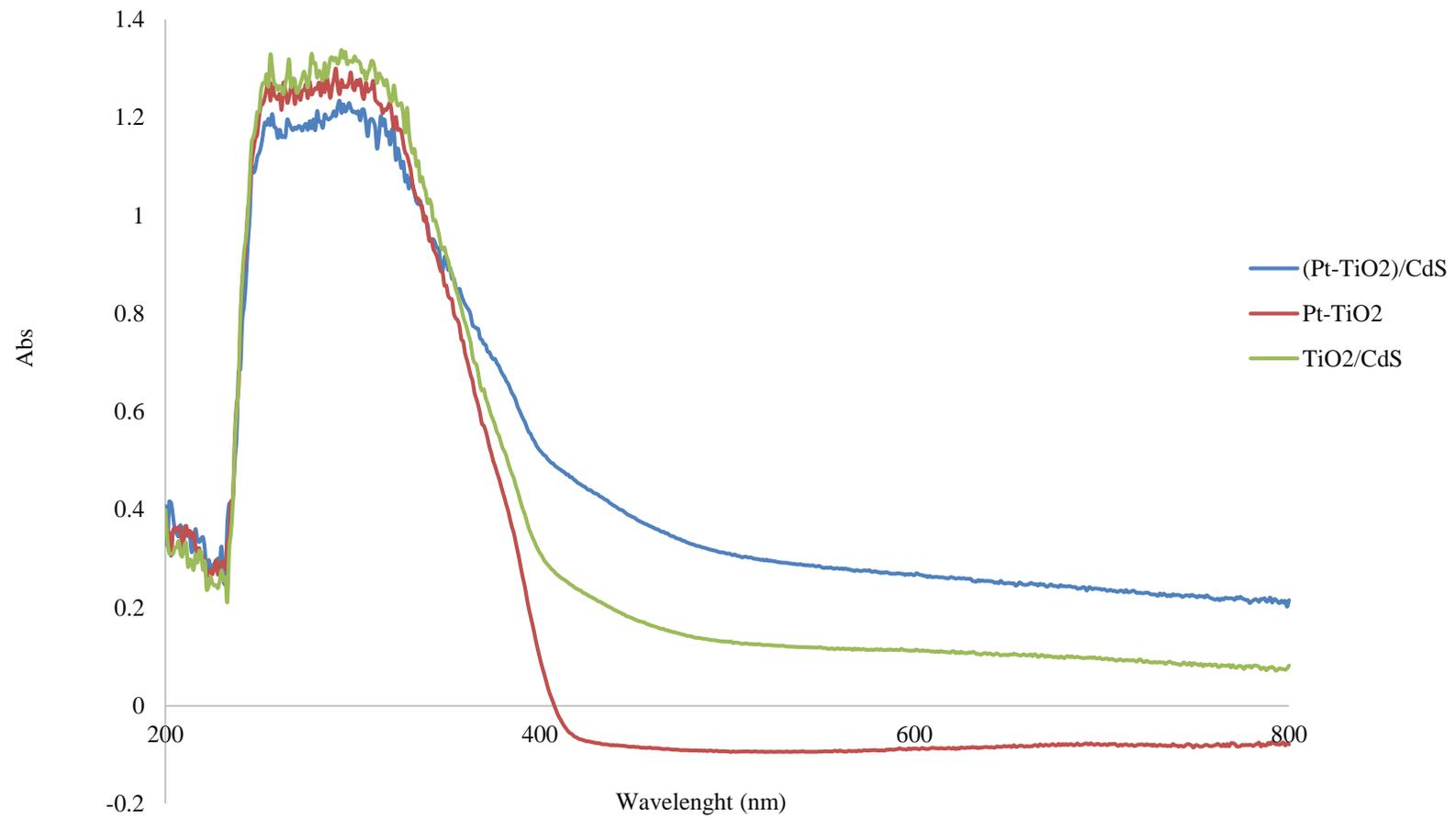
1. Perhitungan Hasil Uji Spektrofotometri UV-DRS

1. Data Absorbansi dari Komposit Fotokatalis

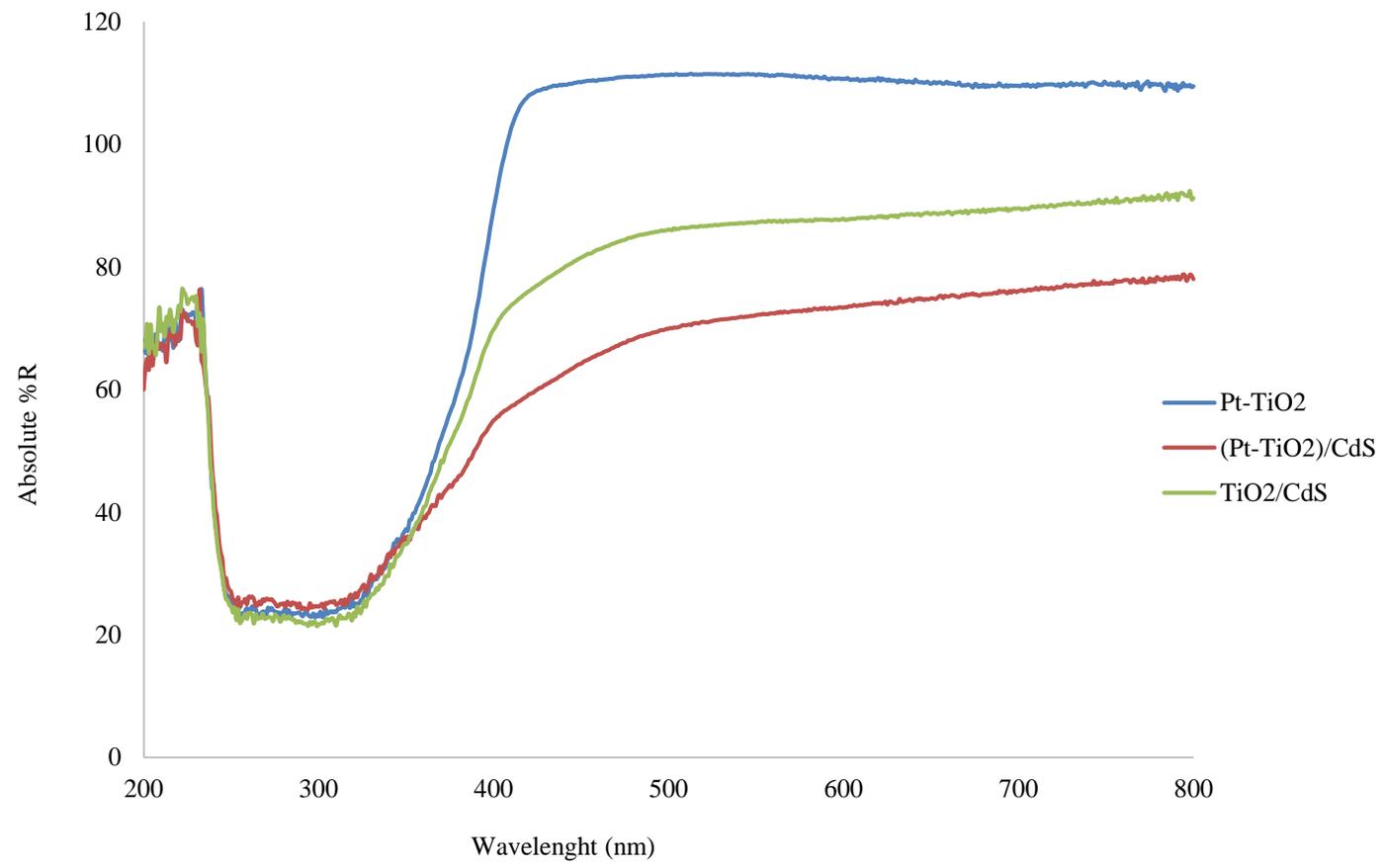
No	Fotokatalis	Absorbansi	λ (nm)	Keterangan
1	Komposit TiO ₂ -CdS	1.23	293.01	UV
2	Komposit Pt- TiO ₂	1.30	291.01	UV
3	Komposit (Pt-TiO ₂)/CdS	1.33	293.99	UV

- Keterangan : data dipilih dengan melihat absorbansi tertinggi

Berikut data kurva Absorbansi dari Komposit Fotokatalis



Grafik absorbansi Fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS, Pt-TiO₂, dan TiO₂-CdS



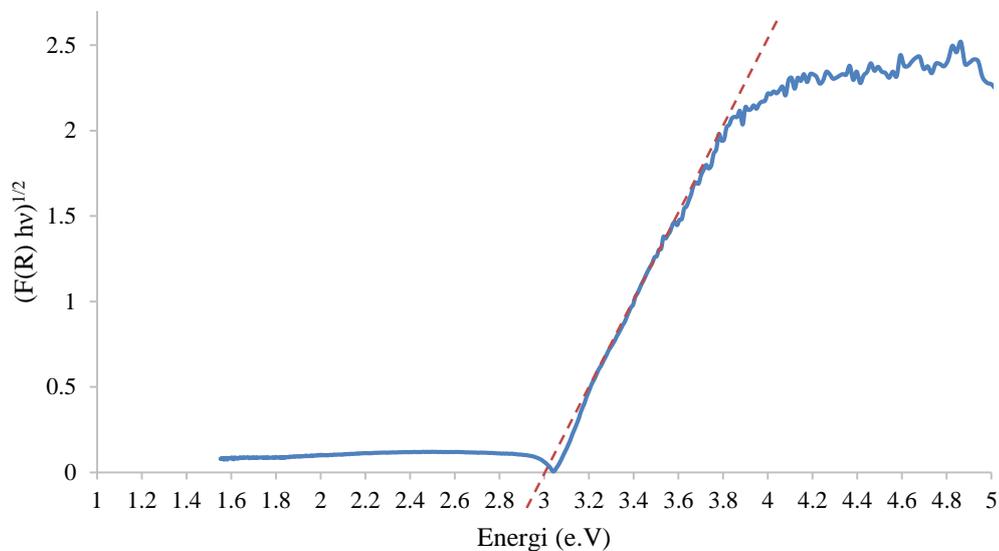
Grafik Absolute %R (Pt-TiO₂)/CdS, Pt-TiO₂, dan TiO₂/CdS

2. Data Bangap Fotokatalis dari Komposit Fotokatalis

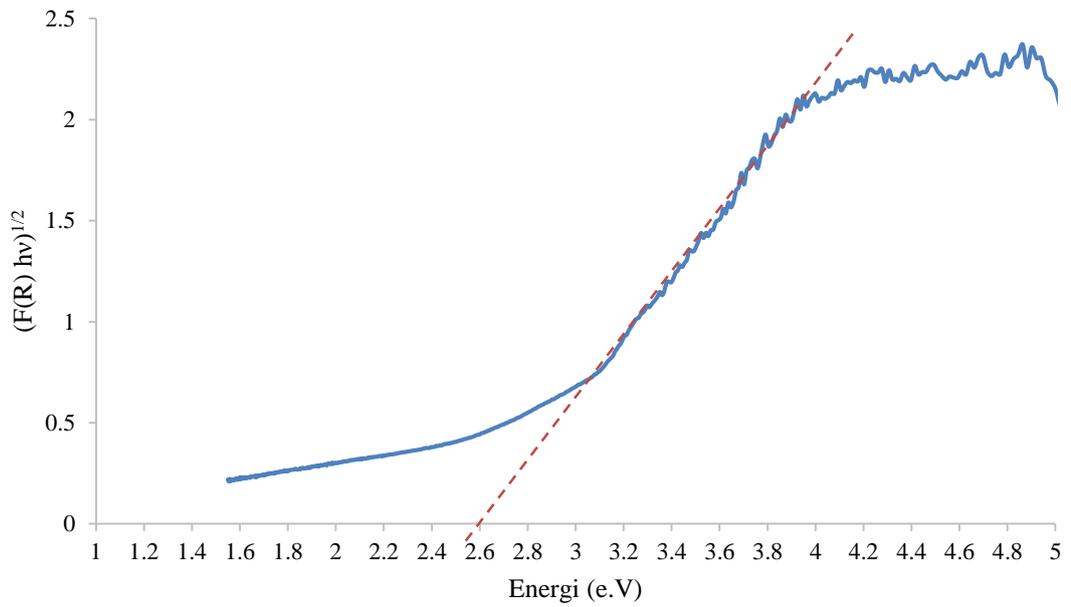
Perhitungan Bandgap Fotokatalis menggunakan persamaan **Kubelka-Munk**. Berikut nilai bandgap yang dihasilkan.

No	Fotokatalis	Bandgap
1	Komposit TiO ₂ -CdS	2.93
2	Komposit Pt-TiO ₂	3.01
3	Komposit Pt-TiO ₂ /CdS	2.60

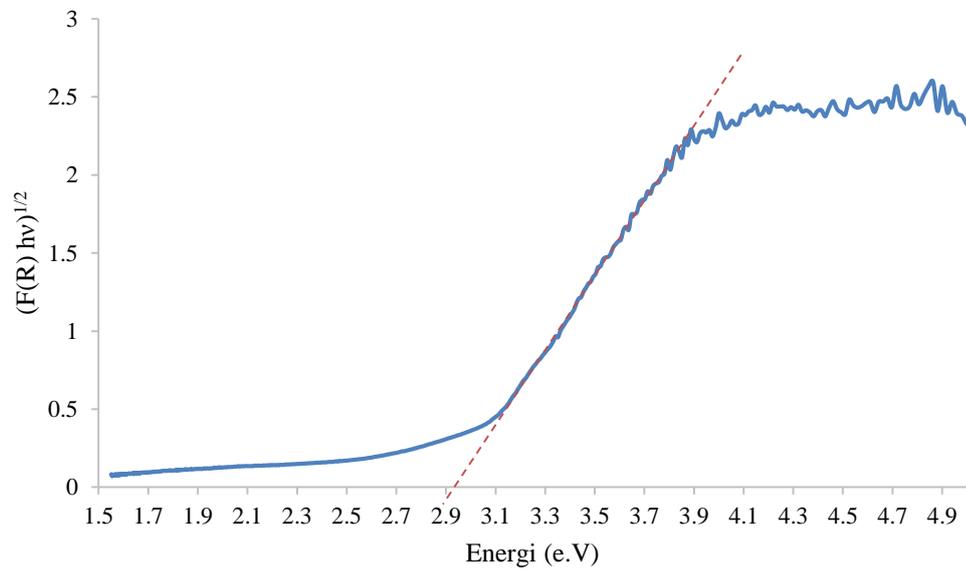
a. Grafik hasil perhitungan Bandgap dari Komposit Fotokatalis



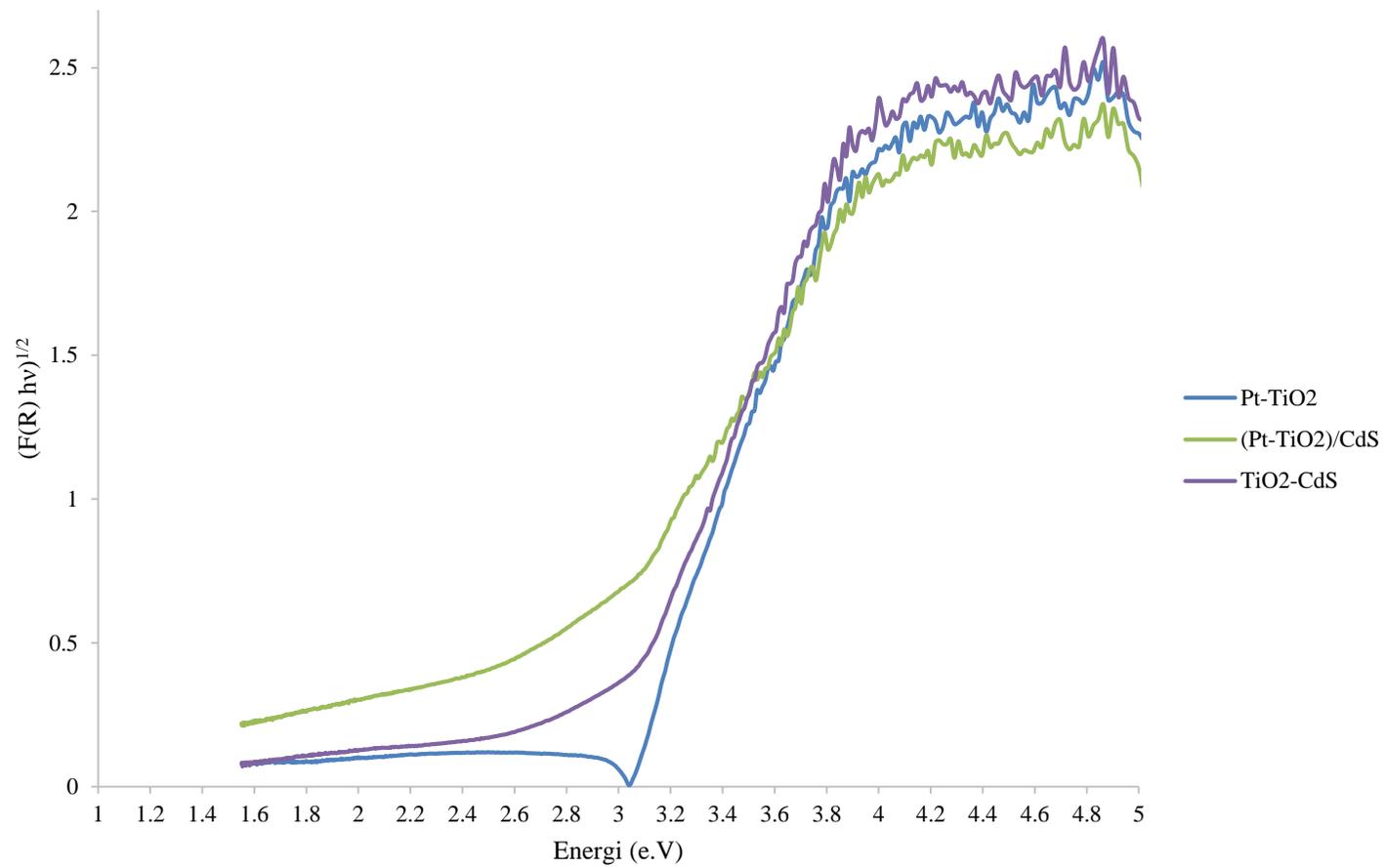
Grafik hubungan antara $F(R) \times hv)^{1/2}$ dengan eV untuk Fotokatalis Pt-TiO₂



Grafik hubungan antara $F(R'_{\infty} \times hv)^{1/2}$ dengan eV untuk Fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS



Grafik hubungan antara $F(R'_{\infty} \times hv)^{1/2}$ dengan eV untuk fotokatalis TiO₂-CdS



Grafik hubungan antara $F(R^{\infty} \times hv)^{1/2}$ dengan eV untuk fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS, Pt-TiO₂, dan TiO₂-CdS

2. Dokumentasi Penelitian

a. Preparasi CdS



b. Sintesis Pt-TiO₂



c. Sintesis Pt-TiO₂/CdS



d. Larutan Zat Warna *Base Red 218* 55 ppm

1. Larutan *Base Red 218* sebelum di fotokatalis



Simple 55 ppm



Duplo 55 ppm

2. Larutan *Base Red 218* sesudah di fotokatalis



3. Penurunan Konsentrasi *Base Red 218* (Dari kiri ke kanan : 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 menit)



e. Larutan Zat Warna *Base Red 218* 15 ppm

1. Larutan *Base Red 218* sebelum di fotokatalis

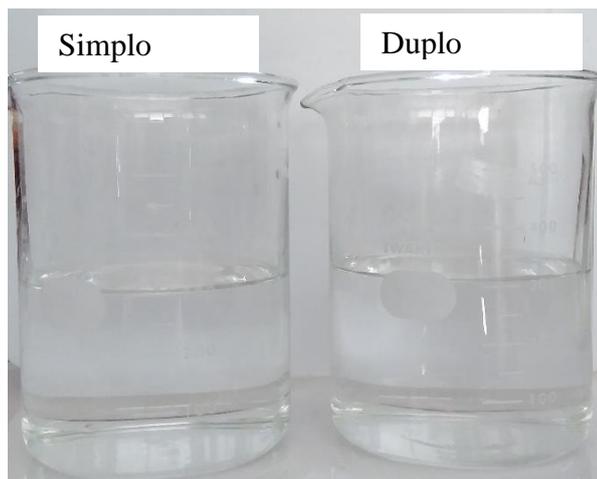


Simplo 15 ppm



Duplo 15 ppm

2. Larutan *Base Red 218* Sesudah di fotokatalis



4. Penurunan Konsentrasi Larutan *Base Red 218* (Dari kiri ke kanan : 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 menit)



f. Larutan Zat Warna *Base Red 218* 30 ppm

1. Larutan *Base Red 218* sebelum di fotokatalis



Simplo 30 ppm



Duplo 30 ppm

2. Larutan *Base Red 218* sesudah di fotokatalis



Simplo 30 ppm



Duplo 30 ppm

5. Penurunan Konsentrasi Larutan *Base Red 218* (Dari kiri ke kanan : 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 menit)



g. Larutan Zat Warna *Base Red 218* pada Variasi Massa Fotokatalis

1. Larutan *Base Red 218* sebelum di Fotokatalis



Konsentrasi : 15 ppm

Komposit : 0.5 gr/L



Konsentrasi : 15 ppm

Komposit : 2 gr/L



Konsentrasi : 30 ppm

Konsentrasi : 30 ppm

Komposit : 2 gr/L

Komposit : 3 gr/L

2. Larutan *Base Red 218* setelah di Fotokatalis



Konsentrasi: 15 ppm ;Komposit: 0.5 gr/L Konsentrasi: 15 ppm ;Komposit: 2 gr/L



Konsentrasi: 30 ppm ;Komposit: 2 gr/L Konsentrasi: 30 ppm ;Komposit: 3 gr/L

3. Penurunan Konsentrasi Larutan *Base Red 218* 15 ppm pada Variasi Massa Fotokatalis

- Untuk 0.5 gr/L (Dari kiri ke kanan : 0, 60, 120, dan 180 menit)



- Untuk 2 gr/L (Dari kiri ke kanan : 0, 60, 120, dan 180 menit)



4. Penurunan Konsentrasi Larutan *Base Red 218* 30 ppm pada Variasi Massa Fotokatalis

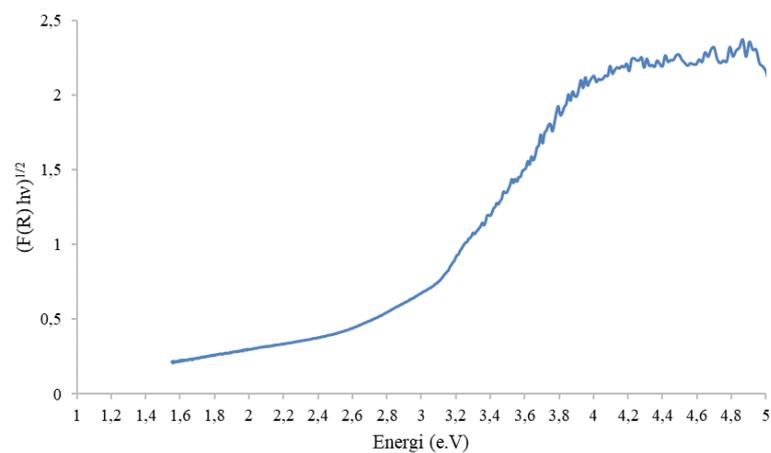
- Untuk 2 gr/L (Dari kiri ke kanan : 0, 60, 120, dan 180 menit)



- Untuk 3 gr/L (Dari kiri ke kanan : 0, 60, 120, 180, dan 240 menit)



5. Kondisi larutan setelah ditambahkan variasi massa fotokatalis (Pt-TiO₂)/CdS



h. Larutan Zat Warna *Base Red 218* pada sumber sinar matahari

1. Larutan *Base Red 218* Sebelum di Fotokatalis



Sinar Matahari (Konsentrasi 15 ppm ; Komposit : 1 gr/L)

2. Larutan *Base Red 218* Setelah di Fotokatalis



Sinar Matahari (Konsentrasi 15 ppm ; Komposit : 1 gr/L)

3. Penurunan Konsentrasi Larutan *Base Red 218* (Dari kiri ke kanan : 0, 60, dan 120 menit)



i. Larutan Zat Warna *Base Red 218* pada Variasi Jenis Fotokatalis

1. Larutan *Base Red 218* sebelum di fotokatalis.



Pt-TiO₂

Konsentrasi : 15 ppm

Komposit : 1 gr/L



TiO₂-CdS

Konsentrasi : 15 ppm

Komposit : 1 gr/L

2. Larutan *Base Red 218* setelah di fotokatalis.



Pt-TiO₂

Konsentrasi : 15 ppm

Komposit : 1 gr/L



TiO₂-CdS

Konsentrasi : 15 ppm

Komposit : 1 gr/L

3. Penurunan Konsentrasi Larutan *Base Red 218*

- Fotokatalis Pt-TiO₂ (Dari kiri ke kanan : 0, 60, 120, dan 180 menit)



- Fotokatalis $\text{TiO}_2\text{-CdS}$ (Dari kiri ke kanan : 0, 60, 120, dan 180 menit)



- Fotokatalis $(\text{Pt-TiO}_2)/\text{CdS}$ (Dari kiri ke kanan : 0, 60, 120, dan 180 menit)

