

PENGARUH PENAMBAHAN  $TiO_2$ -POWDER TERHADAP KANDUNGAN COD PADA LIMBAH SINTETIS C.I. REACTIVE RED 2 DENGAN METODE FOTOKATALISIS

THE EFFECT OF ADDING  $TiO_2$ -POWDER TO COD CONTENT IN C.I. REACTIVE RED 2 SYNTHETIC WASTE BY THE PHOTOCATALYSIS METHOD

Melati Ireng Sari <sup>1)</sup>, Tuty Emilia Agustina <sup>2)</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Analisis Laboratorium Migas Politeknik Akamigas Palembang, 30257, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya Indralaya, Indonesia

Author email : melati.ireng@gmail.com

**Abstract :** The development of the textile industry in Indonesia, has impact to increas of using various dyes. The use of synthetic dyes still dominated because has many advantages such as low price, easy obtained and many colours variation. But, the use of synthetic dyes can have seriously impact in the environment, because the synthetic dyes difficult to decomposed in nature especially Chemical Oxide Demand (COD) content. Therefore, research was done to decrease COD content using *Titanium Oksida* ( $TiO_2$ ) powder by photocatalysis methode. *C.I. Reactive Red 2* dyes concentration used was 150 ppm and 300 ppm with 2 g/l, 4g/l, dan 6 g/l  $TiO_2$  catalyst. COD analysis use *Ferri Amonium Sulfat* (FAS) method. The results showed that the biggets decrease in COD levels was happend in 12 hours of irradiation at 150 ppm synthetic dyes water with 6 g/l  $TiO_2$  catalyst was 59%.

Keywords : Photocatalysis, Titanium dioxide, COD

**Abstrak :** Berkembangnya industri Tekstil di Indonesia, berdampak dengan meningkatnya penggunaan berbagai zat warna. Zat warna sintesis masih mendominasi penggunaannya karena memiliki banyak keunggulan antara lain harganya murah, mudah diperoleh dan variasi warnanya banyak. Namun, penggunaan zat warna sintesis dapat menimbulkan dampak yang serius bagi lingkungan, karena zat warna sintesis sulit terurai di alam khususnya kadar *Chemical Oxide Demand* (COD). Oleh karena itu, dilakukanlah penelitian untuk mengurangi kadar COD tersebut menggunakan *Titanium Oksida* ( $TiO_2$ ) bubuk dengan metode fotokatalisis. Konsentrasi zat warna *C.I. Reactive Red 2* yang digunakan adalah 150 ppm dan 300 ppm dengan 2 g/l, 4g/l, dan 6 g/l katalis  $TiO_2$ . Analisa COD menggunakan metode *Ferri Amonium Sulfat* (FAS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kadar COD tertinggi terjadi pada jam ke-12 penyinaran pada 150 ppm limbah sintesis menggunakan 6 g/l yaitu sebesar 59%.

Kata kunci : Fotokatalisis, Titanium dioksida, COD

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1.Latar Belakang

Zat warna merupakan komoditi penting dalam sektor industri tekstil di Indonesia. Penggunaannya masih sangat mendominasi khususnya pewarna sintesis. Zat warna sintesis lebih disukai karena memiliki banyak keunggulan, diantaranya harganya murah, mudah didapat dan variasi warna beragam jika dibandingkan pewarna alami. Namun, pewarna sintetik sulit terurai di alam sehingga dapat mencemari lingkungan jika langsung dibuang ke badan air.

Air limbah pabrik tekstil di Indonesia rata-rata mengandung 750 mg/l padatan tersuspensi, 500 mg/l BOD, dan 750-1500 mg/l COD. Nilai ini jauh melebihi standar baku mutu lingkungan. (Agustina dkk., 2011).

Oleh karena itu, perlu dilakukannya serangkaian proses pengolahan air limbah pewarna sebelum dibuang ke lingkungan,

agar sesuai dengan baku mutu air limbah cair industri tekstil sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 seperti berikut :

**Tabel 1.1.** Kadar Maksimum dan Kadar Pencemar Industri Tekstil

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L) <sup>1</sup>	Kadar Pencemar Air Limbah Kain Jumputan (mg/L) <sup>2</sup>	Kadar Pencemar Air Limbah Batik Cap Khas Palembang (mg/L) <sup>3</sup>
COD	150	385	4.230,36
TSS	50	165	535
Fenol total	0,5	tidak diuji	0,008
Krom Total (Cr)	1,0	tidak diuji	0,1385
pH	6,0-9,0	8,0	6,0

Sumber : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No.5 Tahun 2014<sup>1</sup>; Agustina, 2013b<sup>2</sup>; Agustina, 2011<sup>3</sup>.

### 1.2. Rumusan Masalah

TiO<sub>2</sub> telah banyak digunakan untuk mengolah limbah zat warna dengan berbagai modifikasi. Salah satu penggunaan TiO<sub>2</sub> yang lain adalah secara langsung. Selain ramah terhadap lingkungan, harga TiO<sub>2</sub> terjangkau dan mudah diperoleh.

### 1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis membatasi penelitian terhadap pengaruh penambahan TiO<sub>2</sub> bubuk didapat. TiO<sub>2</sub> dapat teraktifasi oleh sinar matahari langsung. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan TiO<sub>2</sub> dibawah sinar matahari.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengkaji pengaruh penambahan TiO<sub>2</sub> bubuk terhadap kadar COD pada berbagai konsentrasi limbah sintesis *C.I. Reactive Red 2*
2. Mengkaji pengaruh penambahan berbagai konsentrasi TiO<sub>2</sub> bubuk terhadap kadar COD pada fotodegradasi limbah sintesis *C.I. Reactive Red 2*
3. Mengkaji pengaruh lama penyinaran terhadap kadar COD pada fotodegradasi limbah sintesis *C.I. Reactive Red 2*

### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memperoleh informasi tentang pengaruh penggunaan TiO<sub>2</sub> bubuk dalam mendegradasi limbah cair yang mengandung zat warna
2. Memberikan informasi kepada masyarakat dalam pemanfaatan sinar matahari terhadap TiO<sub>2</sub> bubuk dalam mendegradasi limbah cair yang mengandung zat warna

## 2. TEORI DASAR

Industri tekstil mengeluarkan air limbah dengan parameter BOD, COD, padatan tersuspensi dan warna yang relatif tinggi. Disamping itu, air limbah dapat mengandung logam berat yang bergantung pada zat warna yang digunakan. Zat warna banyak digunakan pada proses pencelupan dan pencapan industri tekstil (Manurung dkk, 2004). Menurut Muh, Solihin dalam modul yang berjudul "Teknologi Pengolahan Air Limbah" tahun

2012 bahwa air limbah adalah air dari suatu daerah pemukiman yang telah digunakan untuk berbagai keperluan, harus, dikumpulkan dan dibuang untuk menjaga lingkungan hidup yang sehat dan baik. Berdasarkan persenyawaannya yang terkandung dalam air limbah, maka sifat air dibedakan menjadi tiga, yaitu :

- 1) Sifat Fisika
- 2) Sifat Kimia
- 3) Sifat Biologis

Dari pengamatan ketiga sifat tersebut maka dapat ditetapkan jenis parameter pencemar yang terdapat didalamnya.

### 2.1. Karakteristik Air Limbah

#### 2.1.1. Parameter Fisik

Sifat fisik dapat dilihat dengan mata dan dirasakan secara langsung, misalnya dengan memperhatikan :

- a) Keekeruhan
- b) Bau
- c) Warna
- d) Suhu

#### 2.1.2. Parameter Kimia

Bahan organik pada air limbah dapat menghabiskan oksigen serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap pada penyediaan air bersih. Pengujian kimia yang utama adalah bersangkutan dengan :

- a) Derajat Keasaman
- b) Nitrogen
- c) Sulfat
- d) Fosfat
- e) Karbohidrat dan Protein
- f) Lemak dan Minyak
- g) BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)
- h) COD (*Chemical Oxygen Demand*)

### 2.2. Zat Warna

Zat warna banyak digunakan dalam pencelupan dan pengecapan pada industri tekstil. Limbah cair dari kedua proses ini merupakan pencemar yang sangat membahayakan jika tidak dilakukan pengolahan limbah sebelumnya (Andhika dkk., 2014) Menurut sumber yang diperolehnya, zat warna dapat digolongkan menjadi :

- 1) Zat warna alami
- 2) Zat warna sintesis

### 2.3. Procion Red (Procion Merah)

Procion® merah MX-5B memiliki nama lain yaitu *C.I Reactive Red 2*. Bahan pewarna ini biasanya digunakan sebagai bahan kimia laboratorium, industri pembuatan bahan. Procion adalah zat warna reaktif yang sering digunakan dalam industri batik (Agustina dan Amir., 2012).

Zat warna senyawa organik dari jenis ini jika dialirkan ke badan perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu, dapat mengurangi kadar oksigen terlarut untuk organisme perairan karena oksigen tersebut justru digunakan sebagai pengoksidasi senyawa organik zat warna tersebut. Selain itu, dapat mengganggu estetika maupun penetrasi ke badan air sehingga mengganggu proses fotosintesis pada tumbuhan air. Penurunan kualitas air yang ditunjukkan dengan meningkatnya kekeruhan air sebagai dampak adanya pencemaran air, akan menghalangi masuknya cahaya matahari ke dasar perairan dan mengganggu keseimbangan proses fotosintesis serta adanya efek mutagenik dan karsinogenik dari zat warna tersebut (Agustina dan Amir., 2012).

### 2.4. Fotokatalisis

Fotokatalisis secara umum didefinisikan sebagai proses transformasi kimia dengan adanya katalis dan bantuan cahaya. Fotokatalisis memanfaatkan cahaya untuk mengaktifkan katalis yang kemudian beraksi dengan senyawa kimia yang berada di dekat ataupun di permukaan katalis. Cahaya yang digunakan harus lebih besar dari celah energi semikonduktor. Hal ini bertujuan agar material dapat menghasilkan elektron dan *hole* yang kemudian mendegradasi senyawa-senyawa organik dan anorganik. Salah satu aplikasi material fotokatalisis adalah untuk penjernihan air (Sutanto dan Wibowo., 2015).

Fotokatalisis adalah proses katalitik yang menghasilkan perubahan fotokimia dari zat kimia sebagai hasil penyerapan radiasi zat fotosensitif (katalis). Dua bentuk fotokatalisis dibedakan, berdasarkan katalis.

#### a) Fotokatalisis Homogen

Katalis (biasanya besi) dilarutkan dalam air yang terdiri dari limbah yang akan diolah. Kebanyakan proses fotokatalisis homogen yang diketahui adalah photo-fenton.

#### b) Fotokatalisis Heterogen

Dalam fotokatalisis heterogen, tipe katalis yang efektif digunakan dalam proses fotokatalitik, yaitu semikonduktor misalnya  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{CdS}$ ,  $\text{ZnS}$ , dan lain sebagainya (Dony dkk., 2013 dan Ruiz dkk., 2008), yang membentuk dispersi dibawah penyinaran untuk merangsang reaksi dalam padat-cair atau permukaan padat-gas.

### 2.5. Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ )

Titanium Dioksida berbentuk kristal padat, tidak berwarna/putih/hitam, tidak berbau, tidak berasa, dengan rumus molekul  $\text{TiO}_2$  dan berat molekul 79,88 gr/mol. Memiliki titik didih 4.532 - 5.432 °F (2.500 - 3.000 °C). Titik lebur 3.317 - 3.362 °F (1.825 - 1.850 °C). Titanium dioksida tidak larut dalam air namun larut dalam asam sulfat pekat panas, asam hidrofluorida, alkali. Juga tidak larut dalam asam hidroklorida, asam nitrat, asam sulfat encer, air dingin, pelarut organik (BPOM, 2012).

$\text{TiO}_2$  dapat didisain dengan berbagai macam ukuran partikel, kristanilitas, morfologi kristal, kemurnian, komposisi fasa, dan dispersitas. Oleh karena itu,  $\text{TiO}_2$  dapat diaplikasikan sebagai :

- 1) Pewarna, dalam industri cat, kertas, dan plastik
- 2) Penjernih air
- 3) Penghasil hidrogen dari pemutusan ikatan air
- 4) Material yang dapat meregenerasi diri
- 5) Digunakan dalam degradasi senyawa organik
- 6) Digunakan dalam degradasi senyawa beracun
- 7) Pembersih dan disinfektan pada permukaan material
- 8) Aditif pada aplikasi senyawa
- 9) Sensor
- 10) Alat optik

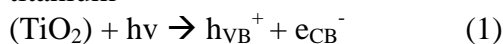
- 11) Penghalau dan penghalang ultraviolet (UV)
- 12) Antibakteri
- 13) Fotokatalisis
- 14) Sel Surya
- 15) Biological coating
- 16) Pembuatan dielektrik tipis dynamic random access memory
- 17) Penguat sifat-sifat polimer
- 18) Adsorben (Rahman dkk., 2014).

## 2.6. Fotokatalisis TiO<sub>2</sub>

Fotokatalisis yang paling banyak dipelajari adalah TiO<sub>2</sub> dan ZnO yang memiliki celah pita energi atau band gap yang sama (3.2 eV) dan memiliki fotosensitifitas dan kestabilan yang sangat tinggi. Efisiensi TiO<sub>2</sub>, ZnO, SnO<sub>2</sub>, α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, WO<sub>3</sub>, dan CdS telah diuji pada fotodegradasi larutan azo dye dengan menggunakan cahaya matahari sebagai sumber enerjanya. Fotokatalisis yang baik adalah yang memiliki energi celah (band gap) yang rendah (Dony dkk., 2013).

Degradasi fotokatalitik menggunakan TiO<sub>2</sub> memiliki beberapa keuntungan yaitu aktifitas fotokatalitiknya yang tinggi, bersifat stabil, tidak beracun, ketersediaan yang melimpah di alam, dan harganya relatif murah. Degradasi fotokatalitik zat warna menggunakan TiO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>/UV mengikuti mekanisme berikut :

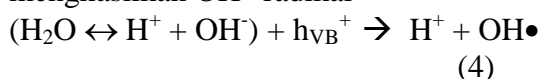
- 1) Absorpsi foton ( $h\nu \geq E_G = 3,2 \text{ eV}$ ) oleh titanium



- 2) Penyerapan ion oksigen (tahap pertama reduksi oksigen; bilangan oksidasi oksigen berubah menjadi 0 menjadi -1/2)



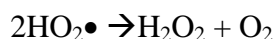
- 3) Netralisasi OH<sup>-</sup> oleh *hole* positif yang menghasilkan OH• radikal



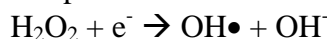
- 4) Netralisasi O<sub>2</sub><sup>•-</sup> oleh proton



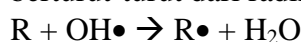
- 5) Pembentukan hidrogen peroksida sementara dan dismutasi oksigen



- 6) Dekomposisi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan reduksi oksigen tahap kedua



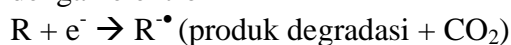
- 7) Oksidasi reaktan organik melalui serangan berturut-turut dari radikal OH•



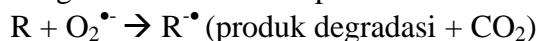
- 8) Oksidasi secara langsung melalui reaksi dengan *hole*



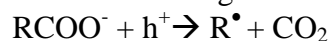
- 9) Reduksi secara langsung melalui reaksi dengan elektron



- 10) Oksidasi secara langsung melalui reaksi dengan radikal anion superoksida



Sebagai contoh proses terakhir, *hole* akan bereaksi secara langsung dengan asam karboksilat menghasilkan CO<sub>2</sub>



Beberapa agen pengoksidasi pada degradasi fotokatalitik seperti hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) telah digunakan untuk mengoksidasi zat warna seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Setyowati dan Putri (2013) yang mendegradasi zat warna azo (Malini dan Putri., 2014).

## 2.7. Cahaya Matahari

Sumber UV terbesar berasal dari radiasi sinar matahari yang menembus atmosfer dan statosfer sampai ke permukaan bumi. Selain matahari, sinar UV juga dapat berasal dari sumber buatan, misalnya pengelasan, lampu pijar halogen, dll. Namun demikian, sinar UV hanya sebagian kecil dari spektrum matahari. Sinar UV dibagi menjadi 3, yaitu :

1) UV-A

2) UV-B

3) UV-C

UV-B dan UV-C merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang pendek, yaitu 200-280 nm untuk UV-C, 280-320 nm untuk UV-B, dan 315-400 nm untuk UV-A (Piyoh dkk., 2012).

## 2.8. Kebutuhan Oksigen Kimiawi

Pengujian COD bertujuan untuk mengukur kebutuhan oksigen dari bahan organik dalam air limbah yang dapat dioksidasi secara kimia dengan menggunakan dichromat pada larutan asam. Meskipun diharapkan bahwa nilai BOD tertinggi akan mendekati COD, namun hal itu jarang terjadi dalam prakteknya. Sebab terjadinya perbedaan tersebut, antara lain :

- Banyaknya zat-zat organik yang dapat dioksidasi secara kimia tapi tidak secara biologis.
- Zat-zat anorganik yang dioksidasi dengan dichromat menaikkan kandungan zat organik yang nampak.
- Zat-zat organik tertentu yang mungkin merupakan racun bagi mikroorganisme
- Nilai COD yang tinggi mungkin terjadi karena adanya zat-zat pengganggu (Scholihin., 2012).

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kualitatif dengan melakukan riset yang bersifat deskriptif dan menggunakan analisis.

### 3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Limbah Universitas Sriwijaya di Indralaya dan Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas kampus Palembang pada September-Desember 2015.

### 3.3. Alat dan Bahan yang Digunakan

Alat yang digunakan sederhana seperti beker gelas, timbangan digital, pengaduk magnetik dan peralatan analisa COD berdasarkan SNI 06-6989.15-2004. Sedangkan bahan yang digunakan adalah aquadest, titanium dioksida (bubuk) dengan rasio 2:4:6. Pewarna C.I. Reactive Red 2 konsentrasi 1:2. Reaktor yang digunakan adalah fix bed dengan sistem batch.

### 3.4. Prosedur Penelitian

#### 3.4.1. Pembuatan Limbah Sintetis

Timbang sejumlah pewarna C.I. Reactive Red 2 ke dalam aquadest dengan perbandingan 1:3

dan 1:1,5. Aduk hingga homogen menggunakan pengaduk mekanik.

#### 3.4.2. Perlakuan Fotokatalisis

Siapkan limbah pewarna sintetis, timbang sejumlah  $\text{TiO}_2$ . Masukkan larutan pewarna kedalam reaktor, lalu masukkan katalis kedalamnya sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan, lakukan dibawah sinar matahari selama 12 jam penyinaran.

#### 3.4.3. Analisa Sample

Parameter yang dianalisa adalah kandungan Chemical Oxide Demand (COD) nya.

Rumus menghitung COD :

Kadar COD =  $((A-B) \times N \times 8000) / (\text{ml contoh uji})$

Keterangan :

A : Volume FAS (Ferri Amonium Sulfat) yang dibutuhkan untuk blanko (ml)

B : Volume larutan FAS (Ferri Amonium Sulfat) yang dibutuhkan untuk sample (ml)

Batas COD (100-300) mb

N : Normalitas larutan FAS (Ferri Amonium Sulfat)

Perhitungan persentase degradasi COD menggunakan persamaan :

Menghitung % penurunan COD :

$$\% \text{ Penurunan COD} = \frac{\text{COD}_{\text{awal}} - \text{COD}_{\text{akhir}}}{\text{COD}_{\text{awal}}} \times 100\%$$

## 4. DATA DAN HASIL PEMBAHASAN

### 4.1. Data Intensitas Radiasi Matahari

Tabel.4.1. Data Intensitas Radiasi Matahari ( $\text{w/m}^2$ )

Jam (Lama Penyinaran)	Intensitas Radiasi Matahari ( $\text{w/m}^2$ )	
	Hari Pertama	Hari Kedua
9:00 (Jam ke-0 & 6)	427.43	391.77
10:00 (Jam ke-1 & 7)	578.46	586.32
11:00 (Jam ke-2 & 8)	718.24	579.28
12:00 (Jam ke-3 & 9)	854.67	495.48
13:00 (Jam ke-4 & 10)	699.75	474.74



14:00 (Jam ke-5 & 11)	584.16	455.14
15:00 (Jam ke-6 & 12)	470.81	206.72

Sumber : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Palembang (2016)

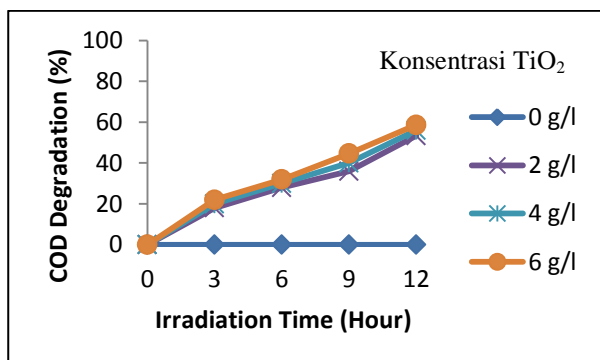
Total intensitas cahaya matahari dari jam 09.00-15.00 (selama 2 hari) = 7.522,97 w/m<sup>2</sup>

Rata-rata intensitas cahaya matahari dari jam 09.00-15.00 (selama 2 hari) = 626,91 w/m<sup>2</sup>

Dari tabel 4.1. diatas diperoleh informasi bahwa intensitas radiasi matahari signifikan terjadi pada penyinaran jam ke-3.

#### 4.2. Perbandingan Kandungan COD berdasarkan Konsentrasi C.I. Reactive Red 2

Gambar 4.1 dibawah ini menunjukkan pengaruh lama penyinaran dan berbagai konsentrasi katalis TiO<sub>2</sub> terhadap kandungan COD pada 150 ppm konsentrasi C.I. Reactive Red 2.



Waktu terbaik untuk membentuk radikal hidroksil adalah pada penyinaran waktu ke-12 menggunakan katalis TiO<sub>2</sub> sebanyak 6 g/l, yang mampu menurunkan kadar COD sebanyak 59%.

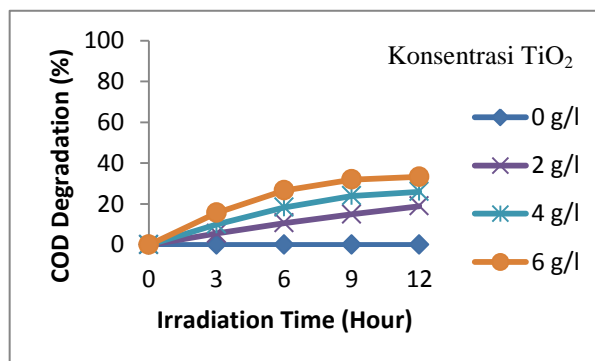
Nilai COD yang tinggi pada limbah sintesis C.I. Reactive Red 2 mengindikasikan jumlah oksigen yang dibutuhkan sangat banyak oleh senyawa organik dalam limbah sintesis agar dapat teroksidasi (Yuningrat dkk, 2012).

Penurunan nilai COD yang tinggi pada limbah setelah mengalami fotokatalisis akibat penggunaan katalis TiO<sub>2</sub> disebabkan oleh banyaknya senyawa-senyawa organik dalam

C.I. Reactive Red 2 yang bereaksi dengan radikal OH• kemudian teroksidasi dan membentuk senyawa yang lebih sederhana, seperti penelitian yang dilakukan oleh Yuningrat dkk (2015) dimana fotodegradasi menggunakan plat kaca TiO<sub>2</sub>.

Bertambahnya jumlah katalis TiO<sub>2</sub> menyebabkan semakin meningkatnya pula nilai COD yang terdegradasi. Hal ini karena katalis TiO<sub>2</sub> yang terdispersi kedalam larutan C.I. Reactive Red 2 dapat menyerap sinar matahari. Sehingga menyebabkan terbentuknya radikal hoksil pada sisi-sisi aktif TiO<sub>2</sub>. Meningkatnya jumlah TiO<sub>2</sub> yang digunakan, menyebabkan semakin meningkatnya pula jumlah radikal hoksil OH• dalam reaksi sehingga penurunan nilai COD menjadi lebih efektif.

Gambar 4.2 dibawah ini menunjukkan pengaruh lama penyinaran dan berbagai konsentrasi katalis TiO<sub>2</sub> terhadap kandungan COD pada 300 ppm konsentrasi C.I. Reactive Red 2.



Pada gambar 4.2. fotodegradasi juga terbaik diperoleh pada saat penyinaran jam ke-12 dengan menggunakan katalis TiO<sub>2</sub> sebanyak 6 g/l juga, yang mampu menurunkan kadar COD hingga 33%.

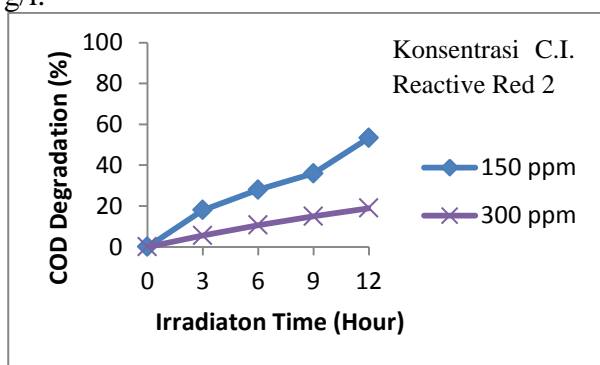
Penurunan COD pada limbah sintesis 150 ppm C.I. Reactive Red 2 lebih tinggi jika dibandingkan dengan penurunan COD pada 300 ppm, padahal jumlah katalis TiO<sub>2</sub> dan lama penyinarannya diperlakukan sama. Hal ini karena molekul warna pada 300 ppm C.I. Reactive Red 2 lebih banyak.

Dari kedua gambar 4.1 dan 4.2 diatas dapat dilihat trend yang sama bahwa penurunan COD meningkat seiring dengan

bertambahnya  $\text{TiO}_2$ . Berdasarkan perbandingan kedua grafik, dapat dilihat bahwa penyinaran signifikan terjadi pada jam ke-3 penyinaran, sesuai dengan tabel 4.1. Dan kondisi optimum terjadinya penurunan COD berdasarkan konsentrasi limbah C.I. Reactive Red 2 yaitu terjadi pada lama penyinaran ke-12 jam dengan menggunakan 6 g/l katalis  $\text{TiO}_2$  (59%).

#### 4.3. Perbandingan Kandungan COD berdasarkan Konsentrasi Katalis $\text{TiO}_2$

Gambar 4.3 dibawah ini menunjukkan pengaruh lama penyinaran dan konsentrasi limbah sintesis C.I Reactive Red 2 terhadap kandungan COD pada konsentrasi katalis 2 g/l.

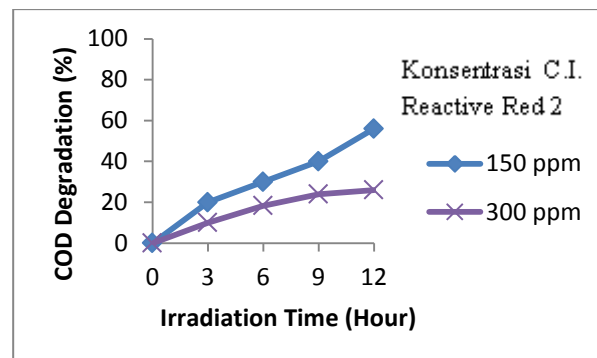


Degradasi makin meningkat seiring bertambahnya waktu penyinaran. Walaupun terjadinya perlambatan degradasi COD pada jam ke-9, hal ini karena pada saat jam ke-9 intensitas radiasi matahari mulai berkurang (data dapat dilihat pada tabel 4.1). Namun demikian, sisi aktif radikal hoksil tetap terbentuk pada jam ke-12 sehingga dapat menurunkan COD.

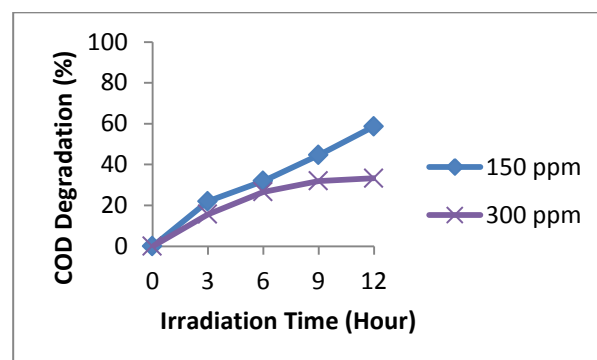
Berdasarkan gambar 4.3 diatas, penurunan COD yang lebih besar terjadi pada limbah sintesis dengan konsentrasi 150 ppm (53%). Hal ini karena limbah sintesis 300 ppm lebih pekat sehingga jumlah partikel zat warna yang harus didegradasi lebih banyak dari pada limbah sintesis dengan konsentrasi 150 ppm.

Gambar 4.4 menunjukkan pengaruh lama penyinaran dan konsentrasi limbah sintesis C.I Reactive Red 2 terhadap kandungan COD pada konsentrasi katalis 4

g/l. Penurunan COD tertinggi diperoleh pada fotokatalisis 150 ppm dan lama penyinaran 12 jam yaitu 56%.



Dan gambar 4.5 menunjukkan pengaruh lama penyinaran dan konsentrasi limbah sintesis C.I Reactive Red 2 terhadap kandungan COD pada konsentrasi katalis 6 g/l.



Ketiga gambar diatas menunjukkan trend yang sama bahwa penurunan COD terjadi pada jam ke-12 penyinaran pada 150 ppm limbah sintesis C.I. Reactive Red 2. Dan, penurunan terbesar terjadi pada penggunaan katalis  $\text{TiO}_2$  sebanyak 6 g/l (59%). Maka, dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum untuk penelitian ini yaitu fotokatalisis pada jam ke-12 penyinaran dan menggunakan katalis 6 g/l.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari pembahasan tersebut, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah :

- 1) Semakin besar konsentrasi C.I. Reactive Red 2, maka semakin rendah persentase degradasi COD.

- 2) Semakin banyak jumlah katalis  $\text{TiO}_2$  yang digunakan dan semakin lama waktu penyinaran maka semakin tinggi persentase degradasi COD yang diperoleh.
- 3) C.I. Reactive Red 2 dengan konsentrasi 150 ppm dapat menurunkan COD hingga 59% dengan menggunakan katalis  $\text{TiO}_2$  6 g/l dalam waktu 12 jam.

### 5.2.Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah bahwa penelitian ini diharapkan dapat diterapkan dalam pengolahan air limbah asli industri tekstil (yang mengandung zat pewarna).

### DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T. E, Nurisman, E., Prasetyowati., Haryani, N., Cundari, L., Novisa, A., Khristina, O., 2011. *Pengolahan Air Limbah Pewarna Sintetis dengan Menggunakan Reagen Fenton*. Prosiding Seminar Nasional AVOER ke-3. 26-27 Oktober 2011. Palembang.
- Agustina, T.E., dan Amir, Muhammad. 2012. *Fotokatalisis  $\text{TiO}_2$ -Zeolit untuk Degradasi Metilen Biru*. Jurnal Teknik Kimia. Vol. 18. No.3. Agustus 2012. Hal.54-61. Palembang.
- Agustina, T.E., Bakri, M.A., Sufra, Rifqi. 2013. *Pengolahan Air Limbah Kain Jumputan dengan Menggunakan Reagen Fenton*. Prosiding Seminar AVOER ke-5. 28 Nopember 2013. Palembang.
- Andhika, I.F., Patiha., Saraswati, T.E. 2014. *Pembuatan Material Fotokatalitik  $\text{TiO}_2$  Termodifikasi Karbon Menggunakan Limbah Batu Baterai untuk Degradasi Zat Warna*. Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI. Hal. 393-398. ISBN 979363174-0.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Palembang (BMKG). 2016. *Data Intensitas Radiasi Matahari Bulan September Tahun 2015*.
- Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) Republik Indonesia 2012. *Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ )*
- Dony, N., Azis, H., Syukri. 2013. *Studi Fotodegradasi Biru Metilen dibawah Sinar Matahari oleh  $\text{ZnO-SnO}_2$  yang Dibuat dengan Metoda Solid State Reaction*. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung. Hal.297-303.
- Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). 2010. *Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) Nomor 7 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Pelayanan Kesehatan, dan Jasa Pariwisata*. Sekretaris Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Yogyakarta
- Kementrian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah*. Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia. Jakarta.
- Malini, F.A dan Putri, E.M.M. 2014. *Kinetika Oksidasi Fotokatalitik Metilen Biru dengan Katalis Semikonduktor  $\text{TiO}_2$* . Jurnal Sains dan Seni Pomits. Vol.2. No.1. Hal.1-7.
- Manurung, R., Hasibuan, R., Irvan. 2004. *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif secara Anaerob-Aerob*. e-USU Repository. Universitas Sumatera Utara.
- Piyoh, Y.I., Shanti, M.R.S., Setiawan, A. 2012. *Perancangan dan Pengujian Sistem Pengukuran Sinar UV dari Intensitas Matahari*. Jurnal Universitas Kristen Satya Wacana.
- Rahman, T., Fadhlulloh, M.A., Nandiyanto, A.B.D., Mudzakir, A. 2014. *Review : Sintetis Titanium Dioksida Nanopartikel*. Jurnal Integrasi Proses. Vol.5. No.1. Hal. 15-29.
- Ruiz, O., Sanmiguel, F., Gargori, C., Galindo, F., Monros, G. 2008. *Study of the Photocatalytic Degradability of Ceramic Glazes*. Tesis. Universidad Jaume I. Castellon (Spanyol).
- Sholichin, M. 2012. *Pengolahan Air Limbah : Teknologi Pengolahan Air Limbah*.



Jurusan Teknik Pengairan Universitas  
Brawijaya.

Sutanto, H., dan Wibowo, S. 2015.  
*Semikonduktor Fotokatalisis Seng  
Oksida dan Titanua (Sintesis, Deposisi  
dan Aplikasi)*. Smart Material Research  
Cemter. Penerbit Telescope. Semarang.  
ISBN : 978-602-735-620-7.

Yuningrat, N., W. Oviantari, M., V.  
Gunamantha, I., M. 2015.  
Fotodegradasi Senyawa Organik Dalam  
Lindi dengan Menggunakan Katalis  
TiO<sub>2</sub> Terimobilisasi pada Plat Kaca.  
Vol.4. No.2 Jurnal Sains dan  
Teknologi.