

# STUDI VARIASI BERAT KATALIS DALAM FOTODEGRADASI RHODAMIN B MENGUNAKAN KOMPOSIT WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>

## STUDY ON PHOTODEGRADATION ACTIVITY OF RHODAMINE B BY WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> COMPOSITES IN VARIOUS MATERIAL WEIGHT CONDITION

Karina Adhaina\*, Noor Hindryawati, dan Soerja Koesnarpadi

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman  
Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75123

\*E-mail: krnasryn@gmail.com

Received: 01 November 2019, Accepted: 25 March 2020

### ABSTRACT

A study on photodegradation activity of Rhodamine B by WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> composites in various material weight condition has been conducted. The photocatalytic process was carried out in a closed reactor equipped with *visible* lamps (grow LED 10 watt). To identify crystal structure, morphology and composition of composite WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>, the characterization performed using *Scanning Electron Microscopy-Energy Diffraction-X* (SEM-EDX). The results of characterization using SEM-EDX showed that composites have a non-uniform pore morphology. The photocatalytic test showed the optimum material weight at 0.15 gram with percent degradation of Rhodamine B dyes of 85.10%.

**Keywords:** Composite, WO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, Photocatalytic, Rhodamine B, COD, DO, pH and Dyes.

### PENDAHULUAN

Fotodegradasi dengan menggunakan semikonduktor TiO<sub>2</sub> merupakan salah satu metode alternatif dalam pengolahan limbah zat warna. Material semikonduktor TiO<sub>2</sub> telah banyak digunakan dalam proses fotokatalisis karena kestabilannya dan tidak berbahaya. Namun, memiliki kemampuan menyerap sinar *visible* yang rendah (hanya 5%) karena memiliki band gap yang tinggi (*anatase* 3,2 eV dan *rutile* 3,0 eV) sehingga memiliki efisiensi fotokatalitik yang rendah [1].

Dalam beberapa penelitian yang telah dilakukan, silika dioksida (SiO<sub>2</sub>) dapat meningkatkan aktivitas fotokatalisis serta meningkatkan kemampuan aktivitas permukaan dari material fotokatalisis. Karena persebaran TiO<sub>2</sub> yang merata pada SiO<sub>2</sub> sebagai host material akan menyebabkan ukuran TiO<sub>2</sub> menjadi lebih kecil, sehingga memperluas permukaan TiO<sub>2</sub> yang dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitiknya [2].

Tungsten trioksida merupakan salah satu bahan semikonduktor tipe-n yang bekerja dengan baik dibawah radiasi cahaya tampak (*visible light*) karena mempunyai nilai *bandgap* yang kecil yaitu 2,7–2,8 eV sehingga peka terhadap cahaya tampak dan dapat

menyerap cahaya tampak dengan baik [3]. Menurut penelitian yang telah dilakukan [4], kombinasi antara TiO<sub>2</sub> dan WO<sub>3</sub> dapat meningkatkan reaksi fotokatalisis dan kestabilannya terhadap sumber sinar. Juga meningkatkan perpindahan elektron-hole pada permukaan katalis.

Berdasarkan uraian diatas, akan dilakukan studi mengenai aktivitas fotokatalitik komposit WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> dalam mendegradasi zat warna Rhodamin B agar nantinya dapat diaplikasikan dalam proses penguraian atau degradasi zat warna tekstil karena mengandung zat-zat yang tidak dapat sepenuhnya teurai atau *non-degradable*.

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *furnace*, neraca analitik, alat-alay gelas, seperangkat alay refluks, lampu *visible* (*Grow Light LED 10 watt*) instrumen Spektrofotometer UV-Vis dan instrumen *Scanning Electron Microscopy-Energy Diffraction-X* (SEM-EDX).

## Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu padatan SiO<sub>2</sub>, padatan TiO<sub>2</sub>, padatan WO<sub>3</sub>, etanol 99% dan NH<sub>4</sub>OH.

## Prosedur Penelitian

### Pembuatan dan karakterisasi komposit WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>

Proses pembuatan komposit dilakukan dengan cara mencampurkan 18 gram SiO<sub>2</sub> dengan TiO<sub>2</sub> yang telah dilarutkan dengan etanol 99% ke dalam labu alas bulat. Kemudian direfluks selama 5 jam dengan suhu 60-70°C. Campuran kemudian dipisahkan dengan cara sentrifugasi yang dilanjutkan dengan pengeringan pada suhu 120°C selama 5 jam. Kemudian hal yang sama dilakukan dengan menambahkan WO<sub>3</sub> yang telah dilarutkan dengan NH<sub>4</sub>OH. Lalu, dilanjutkan dengan tahap kalsinasi pada suhu 500°C selama 2 jam [5]. Selanjutnya, material komposit akan dikarakterisasi dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy-Energy Diffraction-X* (SEM-EDX) untuk mengetahui morfologi dan komposisi dari komposit.

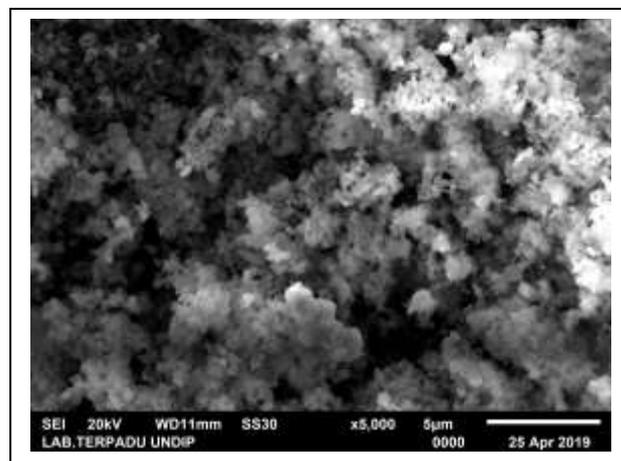
### Uji fotodegradasi Rhodamin B

Material fotodegradasi yang digunakan yaitu komposit WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>. Sumber sinar yang digunakan berasal dari lampu *visible* (*Grow Light LED 10 watt*). Digunakan variasi berat material komposit WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> sebanyak 0,06 gram, 0,1 gram, 0,15 gram dan 0,2 gram. Lalu, dimasukkan kedalam 10 mL zat warna Rhodamin B 10 ppm selama 75 menit. Uji foto dilakukan dalam ruangan tertutup dan disinari langsung dengan lampu *visible*. Kemudian, komposit WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> dan filtrat zat warna dipisahkan dengan cara disaring dan diambil filtratnya. Filtrat tersebut diukur konsentrasi zat warnanya dengan alat spektrofotometer UV-Vis.

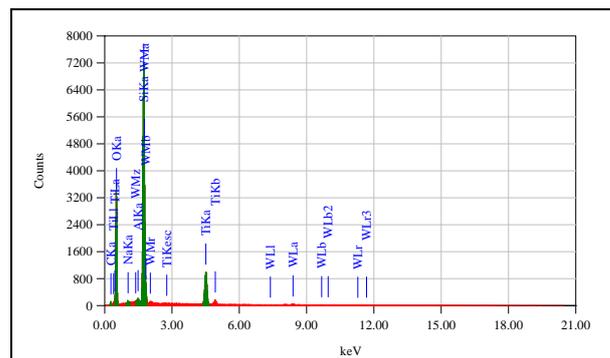
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposit WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> dibuat dengan metode impregnasi dengan melakukan pembuatan titanium-silika (TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>) lalu kemudian pencampuran antara titanium-silika (TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>) dengan tungsten (WO<sub>3</sub>). Karakterisasi dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dilakukan untuk melihat morfologi dari material. Hasil dari karakterisasi ini berupa foto morfologi dari permukaan material. Dari gambar 1 menunjukkan bentuk dan ukuran komposit WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> yang tidak seragam. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan [1], hasil SEM komposit WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> menunjukkan bahwa terjadi aglomerasi partikel pada permukaan komposit.

Berdasarkan hasil analisa EDX (*Energy Diffraction-X*) pada gambar 2 dapat dilihat komposisi material komposit WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> yang paling dominan adalah SiO<sub>2</sub> yaitu 64,50%. Sedangkan, TiO<sub>2</sub> dan WO<sub>3</sub> hanya 21,80% dan 7,60%. Adanya oksida logam lain seperti NaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang diduga berasal dari bahan dasar yang digunakan.



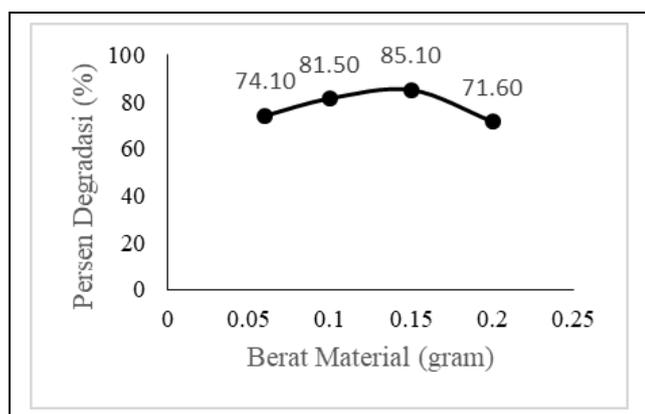
Gambar 1. Mikrograf SEM komposit WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> pada perbesaran 5.000 kali.



Gambar 2. Hasil analisa EDX dari komposit WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>.

Selanjutnya, dilakukan uji fotodegradasi komposit WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> dalam mendegradasi zat warna Rhodamin B. Pada gambar 3 memperlihatkan bahwa penggunaan material komposit sebanyak 0,15 g terhadap zat warna Rhodamin B 10 ppm selama 75 menit menghasilkan persentase yang paling tinggi bila dibandingkan dengan berat material yang lain. Pada penggunaan berat material 0,06 g hanya mampu mendegradasi zat warna Rhodamin B sebesar 74,10% dan berat material 0,1 g mampu mendegradasi zat warna Rhodamin B sebesar 81,50%. Sedangkan, pada berat material 0,15 g mendegradasi zat warna Rhodamin B hingga 85,10%. Namun, ketika dilakukan penambahan berat material menjadi 0,2 g kemampuan material mendegradasi zat warna Rhodamin B mengalami penurunan sebesar 71,60%.

Hal ini dikarenakan komposisi material komposit  $\text{WO}_3/\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  semakin banyak jumlah katalis yang digunakan dalam artian kelebihan jumlah katalis maka akan mengakibatkan larutan menjadi keruh sehingga menghalangi sinar atau foton untuk melakukan reaksi fotodegradasi yang menyebabkan penurunan persen degradasi [6]. Sehingga penggunaan 0,15 g komposit  $\text{WO}_3/\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  dapat digunakan sebagai berat optimum.



**Gambar 3.** Variasi berat material terhadap zat warna Rhodamin B konsentrasi 10 ppm dengan waktu kontak 75 menit.

Selanjutnya, dilakukan uji baku mutu air pada filtrat zat warna Rhodamin B sesudah proses fotodegradasi yang kemudian dibandingkan dengan filtrat zat warna Rhodamin B sebelum proses fotodegradasi menunjukkan adanya penurunan nilai COD dan pH yang cukup signifikan. Pada COD sebelum mengalami fotodegradasi sebesar 3644,44 dan setelah mengalami fotodegradasi sebesar 1066,66. Sedangkan, pada pH sebelum fotodegradasi sebesar 4,40 dan sesudah fotodegradasi sebesar 6,40. Hal ini disebabkan oleh adanya aktivitas fotodegradasi yang mengoksidasi senyawa-senyawa organik Rhodamin B yang bersifat asam dan diperoleh hasil penguraian berupa  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{CO}_2$  [7].

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji fotokatalitik, persen rhodamin B yang mampu terdegradasi pada berat material 0,15 g selama 75 menit dengan konsentrasi 10 ppm sebesar 85,49%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yanyan L., Kurniawan T. A., Ying Z., Albadarin A. B., and Walker G. 2017. Enhanced photocatalytic degradation of acetaminophen from wastewater using  $\text{WO}_3/\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  composite under UV-VIS irradiation. *Journal of Molecular Liquids*. 243:761–70.
- [2] Purnawan C, Patiha dan Qodri A. A. 2011. Fotodegradasi zat warna remazol yellow Fg dengan fotokatalis komposit  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ . *Jurnal Ekosains*. III(1).
- [3] Syam B dan H. Widiyandari. 2014. Sintesis film tungsten oksida ( $\text{WO}_3$ ) dengan penambahan metal Co-katalis besi (Fe) dan aplikasinya pada peningkatan aktivitas fotokatalitik degradasi zat warna methylene blue menggunakan cahaya matahari. *Youngster Physics Journal*. 2(1):15-24.
- [4] Hunge Y.M., M. A. Mahadik, A.V. Moholkar dan C. H. Bhosale. 2017. Photoelectrocatalytic degradation of oxalic acid using  $\text{WO}_3$  and stratified  $\text{WO}_3/\text{TiO}_2$  photocatalysts under sunlight illumination. *Journal Ultrasonics Sonochemistry*. Volume 35, Part A, pages 233-242.
- [5] Wardhani S dan Andari N. D. 2014. Fotokatalis  $\text{TiO}_2$ -Zeolit untuk degradasi metilen biru. *Jurnal Universitas Brawijaya Chem. Prg*. 7(1).
- [6] Basthomi, Ibnu A. 2016. Sintesis, karakterisasi dan uji aktivitas fotokatalis titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) anatas terdoping vanadium (III) menggunakan metode sonikasi. *Skripsi*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- [7] Sumartono A. dan Andayani W. 2007. The use of  $\text{TiO}_2$ -zeolit as a catalyst on the degradation process of erionil red dye. *Indo J. Chem*. 7(1):141–46.