

**DEGRADASI CONGO RED SECARA SONOLISIS  
DENGAN PENAMBAHAN TiO<sub>2</sub>-ANATASE**

*Skripsi Sarjana Kimia*

Oleh

**WIDIA FEBRIYENI**  
**NBP. 01 132 067**



**JURUSAN KIMIA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS ANDALAS**  
**PADANG**  
**2006**

## ABSTRAK

### DEGRADASI *CONGO RED* SECARA SONOLISIS DENGAN PENAMBAHAN TiO<sub>2</sub>-ANATASE

Oleh

Widia Febriyeni

Sarjana Sain (S.Si) dalam bidang Kimia Fakultas MIPA Universitas Andalas  
Dibimbing oleh Dr. Hj. Safni dan Umiati Loekman, M.Si

Penelitian terhadap degradasi zat warna *congo red* secara sonolisis dengan penambahan bubuk titanium dioksida anatase (TiO<sub>2</sub>-anatase) telah dilakukan. Sonolisis merupakan salah satu bagian dari *advanced oxidation processes* (AOPs) yang berdasar pada pembentukan radikal hidroksil ( $\bullet$ OH) dengan menggunakan gelombang ultrasonik sebagai sumber iradiasi. Pada metoda ini, radikal hidroksil dihasilkan oleh sonolisis air yang kemudian mengoksidasi zat warna *congo red*. Pada penelitian ini digunakan alat ultrasonik dengan frekuensi 45 kHz. Serapan larutan yang telah disonolisis diukur dengan spektrofotometer UV-Vis. Jumlah *congo red* terdegradasi atau persentase degradasi ditentukan dari perubahan serapan sebelum dan sesudah sonolisis. Kombinasi antara gelombang ultrasonik dan penambahan katalis TiO<sub>2</sub>-anatase terbukti dapat mendegradasi *congo red* dengan lebih baik dibanding dengan ultrasonik saja. Persentase degradasi tertinggi dengan adanya penambahan 0,1 g TiO<sub>2</sub>-anatase diperoleh sebesar 37,93% ketika percobaan dilakukan dengan konsentrasi *congo red* yang digunakan 8 mg/L dan suhu  $33 \pm 2$  °C dalam waktu 8 jam.

## I. PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang

Penggunaan senyawa organik sintetik yang meluas sejalan dengan perkembangan teknologi dan industri memberikan dampak negatif terhadap sumber daya air dari waktu ke waktu. Pencemar organik ini mempunyai sifat racun baik yang berupa senyawa *biodegradable* maupun *non-biodegradable*, terlebih senyawa *non-biodegradable*. Senyawa organik *non-biodegradable* yang berasal dari limbah industri antara lain adalah senyawa fenol, surfaktan, zat warna tekstil, pestisida, poliklorobifenil (PCB), trikloroetilen (TCE) dan senyawa aromatis lainnya.<sup>1</sup>

Warna dari limbah pada khususnya merupakan indikator yang nyata terhadap adanya polusi. Keberadaan sejumlah kecil zat warna (di bawah 1 ppm) dapat terlihat dengan jelas dan upaya penghilangan warna dari limbah ini sering lebih penting daripada zat kimia organik lainnya yang tidak berwarna (Grzechulska dan Morawski, 2002).<sup>2</sup> Penyebaran yang luas dari zat warna organik ini pada sumber daya air tidak hanya merusak aspek estetika dan ekosistemnya tetapi juga menimbulkan masalah serius terhadap manusia khususnya orang-orang yang bergantung terhadap keberadaan air sungai untuk aktivitas sehari-harinya.

Zat warna secara ringkas adalah zat yang berwarna, terionisasi dan merupakan senyawa organik aromatik.<sup>3</sup> Zat warna merupakan senyawa organik yang berguna pada industri tekstil, makanan dan obat-obatan namun menimbulkan salah satu masalah utama dalam proses perlakuannya karena mereka merupakan senyawa racun yang sangat stabil.<sup>4</sup> Senyawa ini jangan dianggap tidak berbahaya hanya karena mereka memiliki nama dan warna yang menarik. Akan tetapi zat warna ini bisa jadi bersifat karsinogenik, mutagenik ataupun membahayakan kesehatan melalui beberapa cara.<sup>3</sup>

Air limbah tekstil merupakan pencemar utama yang dihasilkan perindustrian karena sangat berwarna, mengandung sejumlah zat warna terutama zat warna azo. Zat warna ini merupakan jenis terbanyak yang digunakan pada berbagai jenis industri seperti industri tekstil dan kertas. Kira-kira 50% dari

produksi dunia memainkan peran zat warna ini,<sup>2</sup> dan 15% dari total produksi zat warna dunia mengalir melalui limbah industri tekstil selama proses pewarnaan.<sup>2,3</sup> Diketahui bahwa beberapa zat warna azo dan hasil degradasinya seperti amina aromatik sangat karsinogenik.<sup>5</sup> Pada degradasi zat warna azo seperti *congo red*, terjadi kesetimbangan massa sempurna pada nitrogen yang menunjukkan bahwa pusat gugus azo  $-N=N-$  dikonversikan menjadi gas dinitrogen, yang merupakan hasil ideal untuk pengeliminasian polutan yang mengandung nitrogen.<sup>5</sup>

Tidak hanya limbah industri, limbah cair rumah sakit dan laboratorium baik laboratorium pendidikan maupun penelitian pun tidak dapat diabaikan. Di sini zat warna digunakan sebagai reagen labor. *Congo red* khususnya digunakan pada aplikasi biologi seperti perlakuan berbagai penyakit dan zat warna kultur.<sup>2</sup>

Air merupakan sumber daya yang terbatas. Oleh karena itu pencemarannya membutuhkan suatu metoda penanggulangan limbah yang tepat dan cepat. Pada praktik perlakuan air limbah industri secara konvensional, zat warna organik dihilangkan dengan adsorben atau koagulasi, tetapi adsorben dan *sludge* yang terbentuk dianggap sebagai limbah berbahaya dan membutuhkan perlakuan lebih lanjut.<sup>6</sup> Hal ini menjelaskan bahwa pemurnian air limbah dengan metoda konvensional tidaklah menguntungkan karena tidak merombak kontaminan tetapi hanya mentransfernya dari satu bentuk ke bentuk yang lain.

Suatu alternatif untuk menjawab permasalahan tersebut adalah *advanced oxidation processes* (AOPs). Metoda ini berdasarkan pada pembentukan spesies yang sangat reaktif seperti radikal hidroksil ( $\bullet\text{OH}$ ) yang mengoksidasi polutan organik dalam range yang luas dengan cepat dan non-selektif.<sup>6,7</sup> Sonolisis yang digunakan pada penelitian ini merupakan salah satu bagian dari AOPs. Sonolisis menggunakan gelombang ultrasonik untuk menghasilkan reaksi kimia dalam larutan berair.<sup>7</sup> Selain dapat memperbaiki keterbatasan transfer massa, sonolisis juga bisa mengoksidasi polutan organik secara kimia. Sonolisis saja telah berhasil mendegradasi zat warna<sup>7</sup> dan polutan organik lainnya<sup>8,9</sup> dengan cepat dalam larutan berair. Sonolisis pun telah sukses memineralisasi polutan organik walau dalam waktu yang relatif agak lama.<sup>7</sup>

Metoda sonolisis ini akan lebih efektif untuk mendegradasi dan memineralisasi *congo red* jika ditambahkan titanium oksida ( $\text{TiO}_2$ ) yang berupa

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Kombinasi antara penggunaan gelombang ultrasonik dan penambahan katalis berupa  $\text{TiO}_2$ -anatase dapat mendegradasi zat warna *congo red* dengan lebih baik dibanding ultrasonik saja. Degradasi sonokatalitik *congo red* ini dipengaruhi oleh sifat fisika dan kimia dari senyawa *congo red* itu sendiri dan suhu percobaan. Degradasi *congo red* secara sonolisis dengan penambahan 0,1 g  $\text{TiO}_2$ -anatase mendapatkan persentase degradasi tertinggi sebesar 37,93% dalam waktu 8 jam dengan kondisi percobaan dimana konsentrasi awal *congo red* adalah 8 mg/L dan suhu  $33 \pm 2$  °C.

### 5.2. Saran

Diperlukan kajian lebih jauh terhadap zat warna *congo red* agar bisa didegradasi lebih optimal. Untuk penelitian selanjutnya perlu diperhatikan faktor-faktor lain yang bisa mempercepat laju degradasi, diantaranya pH, variasi suhu yang lain, frekuensi alat yang lebih tinggi, dan jumlah  $\text{TiO}_2$  yang digunakan. Disarankan juga untuk melakukan analisa terhadap senyawa intermediet yang terbentuk.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. W. Andayani, Sumartono, *Majalah Batan Online*, vol. XXXII no. 1/2 Jan/April (1999).
2. <http://www.chemelab.ucsd.edu/photocat03.html>
3. [http://www.stainsfile.info/stainsfile/dyes/structure and color in dyes.htm](http://www.stainsfile.info/stainsfile/dyes/structure%20and%20color%20in%20dyes.htm)
4. R. Molinari, F. Purillo, et al., *Chemical Engineering and Processing*, 43 (9): 1103-1114.
5. H. Lachheb, E. Puzenat, A. Houas, M. Kisbi, *Applied Catalysis B : Environmental*, 39 : 75-90 (2002).
6. W. S. Kuo, P. H. Ho, *Chemosphere*, 45 : 77-83 (2001).
7. N. L. Stock, J. Peller, K. Vinodgopal, P. V. Kamat, *Environ. Sci. Technol.*, 34 : 1747-1750 (2000).
8. H. Destailats, T. W. Alderson, M. R. Hoffmann, *Environ. Sci. Technol.*, 35 : 3019-3024 (2001).
9. M. Hiskia, M. Ecke, A. Troupis, A. Kokorakis, H. Hennie, E. Papaconstantinou, *Environ. Sci. Technol.*, 35 : 2358-2364 (2001).
10. Nanda Aprillyanti, *Degradasi rhodamin B secara sonolisis dengan penambahan TiO<sub>2</sub>-anatase*, Skripsi Sarjana Kimia (2005).
11. Devy Basri, *Degradasi metilen blue secara sonolisis dengan penambahan TiO<sub>2</sub>-anatase*, Skripsi Sarjana Kimia (2005).
12. J. Wang, B. Guo, X. Zhang, Z. Zhang, J. Han, J. Wu, *Ultrasonics Sonochemistry*, 12 (5) : 331-337 (2005).
13. T. Kameyama, *Robust Science and Technology for Safe & Secure Life Space Photocatalyst*, Aist's Photocatalyst (2002).
14. <http://www.noodor.net/id62.htm>
15. M. Oneil, *an Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biological. Merck Index*, 13<sup>th</sup> ed., Merck and Co, Inc., USA. No. 2524
16. <http://www.wikipedia.org>
17. R. D. Lillie, *Conn's Biol. Stains*, Willian & Wilkinson, Baltimore (1997)

## ABSTRAK

### DEGRADASI *CONGO RED* SECARA SONOLISIS DENGAN PENAMBAHAN $\text{TiO}_2$ -ANATASE

Oleh

Widia Febriyeni

Sarjana Sain (S.Si) dalam bidang Kimia Fakultas MIPA Universitas Andalas  
Dibimbing oleh Dr. Hj. Safni dan Umiaati Loekman, M.Si

Penelitian terhadap degradasi zat warna *congo red* secara sonolisis dengan penambahan bubuk titanium dioksida anatase ( $\text{TiO}_2$ -anatase) telah dilakukan. Sonolisis merupakan salah satu bagian dari *advanced oxidation processes* (AOPs) yang berdasar pada pembentukan radikal hidroksil ( $\bullet\text{OH}$ ) dengan menggunakan gelombang ultrasonik sebagai sumber iradiasi. Pada metoda ini, radikal hidroksil dihasilkan oleh sonolisis air yang kemudian mengoksidasi zat warna *congo red*. Pada penelitian ini digunakan alat ultrasonik dengan frekuensi 45 kHz. Serapan larutan yang telah disonolisis diukur dengan spektrofotometer UV-Vis. Jumlah *congo red* terdegradasi atau persentase degradasi ditentukan dari perubahan serapan sebelum dan sesudah sonolisis. Kombinasi antara gelombang ultrasonik dan penambahan katalis  $\text{TiO}_2$ -anatase terbukti dapat mendegradasi *congo red* dengan lebih baik dibanding dengan ultrasonik saja. Persentase degradasi tertinggi dengan adanya penambahan 0.1 g  $\text{TiO}_2$ -anatase diperoleh sebesar 37,93% ketika percobaan dilakukan dengan konsentrasi *congo red* yang digunakan 8 mg/L dan suhu  $33 \pm 2$  °C dalam waktu 8 jam.