

**FOTOKATALITIK ZnO YANG DIKOMBINASIKAN DENGAN KARBON  
AKTIF PADA PENJERNIHAN AIR KALI BANGER**

**Skripsi**

untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 Fisika



**Disusun Oleh :**

**ROHMAT HIDAYATULOH**

**J2D 004 191**

**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**FEBRUARI 2011**

## ABSTRACT

*ZnO has been coated on granular activated carbon (ZnO:AC) by dip coating method. ZnO:AC was used as photocatalyst material on Banger river's waste water treatment.*

*ZnO:AC was made by solving 1 g of ZnO powders in 100 ml aquadest, and then stirred by magnetic stirrer for 30 minutes until produced white solution. The solution then was mixed with 10 g of activated carbon granular that have been cleaned. This mixture was precipitated for 30 minutes, and was dried in furnace at temperature of 100°C for 3 hours. Microstructure and atomic composition of ZnO:AC were analyzed by SEM and EDX. The Photocatalytic ability of ZnO for purification and reducing stink analyzed by testing TDS and BOD of Kali Banger waste water. The testing of TDS and BOD was done on Banger river's water by varying the length of time of water treatment.*

*The results of characterization of ZnO:AC by using SEM and EDX showed that the ZnO has been coated on the surface of activated carbon. The water treatment process using UV light and ZnO: AC can reduce TDS value better than the other treatment. The combination between ZnO:AC and UV light also reduced BOD value of Banger river's waste water.*

**Keywords:** *ZnO, Dip coating, Banger river's water treatment, Photocatalyst*

## INTISARI

Pelapisan ZnO pada karbon aktif granular (ZnO:KA) telah dilakukan menggunakan metode *dip coating*. ZnO:KA digunakan sebagai material fotokatalis untuk penjernihan dan mengurangi bau busuk air kali Banger.

Lapisan ZnO:KA dibuat dengan melarutkan 1 g ZnO dalam 100 ml akuades dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit, sehingga dihasilkan larutan berwarna putih. Larutan tersebut kemudian dicampurkan dengan 10 g karbon aktif granular yang telah dibersihkan. Campuran ini diendapkan selama 30 menit serta dikeringkan dalam oven pada temperatur 100°C selama 3 jam. Mikrostruktur dan komposisi atom ZnO:KA diamati menggunakan SEM dan EDX. Kemampuan fotokatalis ZnO untuk penjernihan dan mengurangi bau busuk diamati melalui pengukuran TDS dan BOD air kali Banger. Pengujian TDS dan BOD dilakukan pada air kali Banger yang dijernihkan dengan berbagai variasi lama waktu.

Citra SEM menunjukkan bahwa ZnO telah berhasil dilapiskan pada permukaan karbon aktif. Penurunan TDS air kali Banger yang dijernihkan menggunakan sinar UV dan ZnO:KA lebih rendah dibandingkan dengan media lainnya. Kombinasi antara ZnO dan KA yang disinari UV juga menurunkan BOD air limbah kali Banger

**Kata Kunci:** *ZnO, Dip coating, Lapisan ZnO:KA, Kali Banger, Fotokatalis*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Penurunan kualitas air karena pencemaran oleh bahan organik maupun non organik menjadi masalah terutama di kota-kota besar. Dampak langsung dari pencemaran air adalah terjadi penurunan kualitas air di mana-mana, baik itu di air tanah, air sungai, maupun air laut (Achmad, 2004).

Salah satu pencemaran air yang terjadi adalah di kali Banger, Semarang. Air di kali Banger sangat tercemar dan memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi. Pada kondisi tertentu pencemaran air di kali Banger ini menimbulkan bau busuk dan tak sedap yang meresahkan masyarakat di sekitarnya (Anonim, 2010). Bau busuk dan tak sedap pada air tercemar disebabkan oleh adanya kandungan bahan organik dalam air yang cukup tinggi (Sugiharto, 1987).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mendapatkan air bersih yang bebas dari pencemaran. Upaya yang dilakukan yaitu dengan melakukan proses penjernihan. Secara umum sistem penjernihan air limbah dilakukan dengan beberapa tahap, antara lain penyaringan, sedimentasi, filtrasi dan disinfektansi. Meskipun sistem penjernihan ini tergolong efektif, namun demikian masih cukup mahal terkait dengan sistem dan material yang digunakan (Widiyanti, 2004).

Pada saat ini telah diperkenalkan teknologi pemanfaatan fotokatalis sebagai fotodegradasi polutan menggunakan material oksida. Pada oksida fotokatalis, penyinaran cahaya *ultra-violet* (UV) akan memberikan energi yang dapat digunakan untuk menghasilkan pasangan elektron dan lubang (*hole*). Pasangan elektron-*hole* ini selanjutnya berdifusi ke permukaan partikel oksida yang kemudian mengoksidasi dan mereduksi polutan-polutan (Subiyanto, 2009). Keuntungan penggunaan oksida fotokatalis adalah sumber energi yang digunakan melalui pemanfaatan cahaya matahari. Selain itu oksidasi fotokatalis akan mengubah senyawa-senyawa berbahaya dan beracun di dalam air menjadi senyawa yang tidak berbahaya seperti karbondioksida dan air (Tian J., 2009).

Salah satu material oksida fotokatalis yang dapat digunakan dalam proses penjernihan air adalah ZnO. Pemberian cahaya ultraviolet (< 400 nm) pada permukaan ZnO akan mempercepat reaksi kimia yang berguna dalam proses

penjernihan. Dalam media air, hampir semua senyawa organik dapat dioksidasi menjadi karbon dioksida dan air sehingga oksidasi yang dilakukan dengan material fotokatalis ini dapat digunakan untuk membersihkan air dari pencemar organik (Boedisantoso, 2007).

Penggunaan ZnO dengan penyinaran UV telah dilakukan oleh Boedisantoso untuk mereduksi bakteri *Escheria coli* pada tahun 2007 (Boedisantoso, 2007). Darajat pada tahun 2008 melakukan penelitian ZnO sebagai fotokatalis pada proses *degradasi* senyawa biru metilen. Hasil yang diperoleh adalah apabila ZnO digunakan sebagai fotokatalis, terjadi peningkatan efisiensi waktu dan energi hingga mencapai empat kali lipat dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari perlakuan menggunakan penyinaran UV saja (Darajat, 2008). Perbedaan kemampuan fotokatalis ZnO dengan fotokatalis lainnya juga pernah diteliti oleh Liu (Liu, 2002). Dalam penelitiannya, Liu membandingkan kemampuan fotokatalitik ZnO dengan TiO<sub>2</sub> pada sampel air yang tercemar *Escheria coli* dan *Lactobacilus helveticus*. Sumber cahaya yang digunakan adalah sinar UV. Hasil penelitian yang dilakukannya menunjukkan bahwa ZnO lebih efektif dari pada TiO<sub>2</sub> untuk semua perlakuan yang sama pada percobaan tersebut (Liu, 2002).

Dalam penelitian ini, material ZnO digunakan untuk menjernihkan air kali Banger sekaligus menghilangkan bau busuk dan tak sedap yang ditimbulkan oleh polutan. Karbon aktif digunakan sebagai material penyerap untuk mengadsorpsi zat pencemar, dan media tempat pelapisan material ZnO. Sebagian zat pencemar akan berada di permukaan luar, dan sebagian besar akan teradsorpsi di dalam pori-pori karbon aktif dengan cara difusi (Basuki, 2007). Pengkombinasian karbon aktif dengan ZnO dalam penelitian ini dimaksudkan agar material-material tersebut saling melengkapi peranannya dalam penjernihan air.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas, masalah yang dirumuskan adalah pelapisan material ZnO pada media karbon aktif sebagai material oksida fotokatalis untuk

penjernihan. Air Kali Banger digunakan sebagai obyek untuk menguji kemampuan fotokatalis ZnO.

### **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian ini membatasi masalah pada pelapisan ZnO pada karbon aktif dan penggunaannya sebagai fotokatalis untuk penjernihan air. Pelapisan ZnO pada karbon aktif menggunakan metode *dip coating*. Penjernihan air dilakukan dengan beberapa cara yaitu penjernihan dengan penyinaran UV saja, penjernihan dengan UV+KA, dan penjernihan dengan UV+ZnO:KA. Karakterisasi yang dilakukan yaitu citra morfologi kristal ZnO dan ZnO:KA melalui uji *Scanning Elektron Microscopy* (SEM), komposisi lapisan permukaan ZnO:KA diketahui dengan *Energy Dispersive X-ray* (EDX). Kemampuan fotokatalis ZnO:KA dilakukan dengan mengukur nilai *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) air.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah diperoleh lapisan ZnO pada karbon aktif pada karbon aktif sebagai material oksida fotokatalis dan mengetahui kemampuan fotokatalis ZnO dalam penjernihan air kali Banger.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini sangat bermanfaat untuk mengurangi kekeruhan air limbah dan mengurangi kadar BOD limbah kali Banger sehingga dapat menghilangkan bau tak sedap akibat tercemar bahan organik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Rukaesih, 2004, *Kimia Lingkungan*, Andi:Yogyakarta
- Alaerts, G.A. 1987. *Metode Penelitian Air. Surabaya Indonesia: Usaha Nasional.*
- Al-Rasheed, R., 2005, *Water treatment by Heterogeneous Photocatalysis an overview*, [www.google.com](http://www.google.com)
- Anonim-a, 2010, *Kualitas Air Kali Banger Semarang Harus Ditingkatkan*, [www.suaramerdeka.com](http://www.suaramerdeka.com), 27 Agustus 2010
- Anonim-b, 2009, *How an Image is Produced*, [www.mse.iastate.edu](http://www.mse.iastate.edu)
- Anonim-c, 2009, *How the SEM works*, [www.mse.iastate.edu](http://www.mse.iastate.edu)
- Anonim-d, 2009, *What is an Electron microscope?*, [www.mse.iastate.edu](http://www.mse.iastate.edu)
- Anonim-e, 2009, *What is the S.E.M.*, [www.mse.iastate.edu](http://www.mse.iastate.edu)
- Anonim-f, 2010, *Cara Kerja TDS meter* [www.insan-cendekia.com](http://www.insan-cendekia.com)
- Anonim-g, 2010, *Definisi TDS/PPM Insan sains Project*
- Ardeniswan, MulyatiY, Tontowi, Rahman A, 1997, *Evaluasi Kembali Metode Analisis untuk Penetapan Nilai BOD di Indonesia*, Buletin IPT No.2 Vol III ISSN 0854-4700
- Arsyad, M Natsir, 2001, *Kamus Kimia Arti dan Penjelasan Ilmiah*, Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Basuki, Kris Tri, 2007, *Penurunan konsentrasi CO dan NO<sub>2</sub> pada Emisi Gas Buang dengan Menggunakan Media Penyisipan TiO<sub>2</sub> lokal pada Karbon Aktif*, JFN, Vol.1 No.1, ISSN 1978-8738
- Boedisantoso. R, *Analisa Penggunaan Sinar Ultraviolet 15 Watt untuk Mereduksi Bakteri Escheria Coli dengan Bantuan Fotokatalis Seng Oksida (ZnO)*. Jurnal Lingkungan Tropis, Edisi Khusus Agustus 2007 : 143 - 152
- Byrappa. K, Ananda S, Sunitha MH, Soga K, 2006, *Impregnation of ZnO onto Activated Carbon under Hydrothermal Conditions and its Photocatalytic Properties*, J ATTER SCI41(2006)1355-1362, Springer Science+Business Media Inc DOI : 10.1007/s10853-006-7341-x
- Cheremisinoft, 1998, *Carbon Adsorption Hand Book*. Ann Arboor Science : New Jersey
- Culp, G.L., dan R.L. Culp, 1974, *New Concepts in Water Purifications*, Van Nostrand Reinhold Co., New York
- Daneshvar, 2007, *Preparation and Investigation of Photocatalytic Properties of ZnO Nanocrystals: Effect of Operational Parameters and Kinetic*, World Academy of Science, Engineering and Technology 29 2007
- Darajat, S, Aziz, H, Alif A, 2007, *Seng Oksida Sebagai Fotokatalis pada Proses degradasi Senyawa Metilen Biru*. J. Ris Kim Vol I, No 2, Maret 2008 ISSN : 1978-628X
- Depkes, 2002. *Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum/Air Bersih*, Jakarta.
- Effendy, 2004, *Ikatan Ionik dan Cacat-Cacat Pada Kristal Ionik*, Malang : Bayumedia Publishing.
- Giese, N dan Darby, J, 1999 *Sensitivity of Microorganism to Different Wavelength of UV Light : Implications on Modelling of Medium Pressure UV Systems*, Water Research. Volume 34. No. 16. p. 4007-4013
- Hu Cun, Liu Xingjuan, Li Shuang, 1998, *Photocatalytic Degradation of Aniline, with ZnO*, J. Acta Scientiae Circumstantiae, 18 (1):81-85
- Iliopoulos, Eleftherios., 2002. *Growth Kinetics and Investigations of Spontaneous Formation of Superlattices in AlGaIn Alloys*. Disertasi Doktor. Boston University.
- Janotti, A, Van De Walle, CG, Van De Walle, C.G, 2007, *Hydrogen multicentre bonds*, Nature Materials 6 (1):44. doi:10.1038/nmat1795. PMID 17143265

- Liu, HL, Yang, TCK, 2003, *Photocatalytic inactivation of Escherichia coli and Lactobacillus helveticus by ZnO and TiO<sub>2</sub> activated with ultraviolet light*, *Process Biochemistry* 39 (2003) 475- 481
- Look, D.C., Hemsley J.W., Szelov., J.R, 1999, *Residual Native Shallow Donor in ZnO*. *Physical Review Letters* 82: 2552. doi:10.1103/PhysRevLett.82.2552
- Mays, LW, 1996, *Water resources handbook*. McGraw-Hill, New York. p: 8.27-8.28.
- Riyadi, S, 1984, *Pencemaran Air*, Surabaya: Karya Anda
- Salmin, 2005, *Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan*, *Jurnal Oseana* Volume XXX, Nomor 3, 2005:21-26 ISSN0216-1877
- Takahashi, Kiyoshi; Yoshikawa, Akihiko, Sandhu, Adarsh, 2007, *Wide Bandgap Semiconductors: Fundamental Properties and Modern Photonic and Electronic Devices*. Springer. p. 357. ISBN 3540472347.
- Tian Jintao, 2009, *Preparation and Characterization of TiO<sub>2</sub>, ZnO, and TiO<sub>2</sub>/ZnO Nanofilms Via Sol-gel Process*, *Ceramics International*, 35:2261-2270
- Widiyanti, Ni Luh Putu, Ni Putu Ristiati, 2004, *Analisis Kualitatif koliform pada Depo Air Minum Isi Ulang di Kota Singaraja Bali*, *Jurnal Ekologi Kesehatan* Vol.3 No. 1, April 2004:63-74
- Winter, M. "Zinc", <URL:<http://www.webelements.com>>. 1993.
- Zhu, Yiren, Zhang Zhenchao, Xie Hengcan, 2005, *Treatment of Lime Grass Pulp Paper-making Wastewater by Photocatalytic Oxidation Process*, J. Environmental Protection of Chemical Industry, 25(4):288-290