

**SISTEM PENJERNIH AIR YANG TERCEMAR BAKTERI *E. COLI*
BERBASIS FOTOKATALIS TiO_2 DIKOMBINASIKAN DENGAN KARBON AKTIF**

Tugas Akhir

Sebagai persyaratan untuk memperoleh derajat Sarjana S1 Fisika
pada Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro,
Semarang.



Diajukan oleh :

Maresta Fajar T

J2D 005 179

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2010**

ABSTRACT

In this research, TiO₂ have been grown on activated carbon granular (TiO₂:AC) by dip coating method. TiO₂:AC was used as photocatalyst material on wastewater treatment that soiled E. coli bacteria.

TiO₂:AC was made by solve 1 g of TiO₂ powders in 100 ml DI-water, 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 then mixture dried in furnace at temperature of 100°C for 30 minutes. TiO₂:AC microstructure was analyzed by XRD and SEM. Wastewater treatment that soiled E. coli bacteria was done after various time to wastewater treatment. Contents of E. coli was tested by TPC method.

Crystal structure of TiO₂ that have been coated on activated carbon was anatase. TiO₂:AC photocatalyst was used in wastewater treatment and succeeded to reduce E. coli bacteria until 100% after treatment for 3 hours.

Keywords: TiO₂:AC, E. coli, photocatalyst.

INTISARI

Pada penelitian ini telah dilakukan pelapisan TiO₂ pada karbon aktif granular (TiO₂:KA) melalui metode *dip coating*. TiO₂:KA digunakan sebagai material fotokatalis pada sistem penjernih air yang tercemar bakteri *E. coli*.

Lapisan TiO₂:KA dibuat dengan melarutkan 1 g TiO₂ dalam 100 ml *DI-water* 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 30 menit. Mikrostruktur TiO₂:KA diamati menggunakan XRD dan SEM. Penjernihan air yang tercemar bakteri *E. coli* dilakukan dengan memvariasikan lama waktu penjernihan air. Kandungan *E. coli* diuji menggunakan metode TPC.

Struktur kristal TiO₂ yang berhasil dilapiskan pada karbon aktif adalah struktur *anatase*. Penggunaan material fotokatalis TiO₂:KA pada sistem penjernih air telah berhasil mereduksi bakteri *E. coli* sampai 100% setelah proses penjernihan selama 3 jam.

Kata kunci : TiO₂:KA, *E. coli*, fotokatalisis.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Di dunia ini air merupakan salah satu komponen penting kebutuhan hidup manusia. Air bersih dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air minum, memasak, mandi maupun mencuci. Pemenuhan kebutuhan air bersih saat ini sudah mulai berkurang, karena penurunan kualitas maupun kuantitas air di lingkungan. Penurunan kualitas air dapat disebabkan karena pencemaran air. Akibat yang ditimbulkan oleh pencemaran air menjadi masalah yang besar. Dampak langsung dari pencemaran air adalah terjadi degradasi air di mana-mana, baik itu di air tanah, air sungai, maupun air laut (Achmad, 2004).

Beberapa contoh pencemaran air terjadi di beberapa daerah antara lain Gunungkidul, Klaten dan Banjarnegara. Di Gunungkidul, pencemaran air bersih mengakibatkan kasus diare pada masyarakat yang menggunakan sumber air tercemar tersebut (Suara Merdeka-a, 2008). Sementara di Klaten, Desa Sukorejo.Wedi, pencemaran air menyebabkan penyakit typhus, diare maupun demam (Suara Merdeka-b, 2008). Begitu pula kasus yang terjadi di daerah Banjarnegara (Suara Merdeka-c, 2008). Dari ketiga kasus tersebut, kesamaannya adalah air yang dikonsumsi mengandung bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) yang melebihi batas ambang yang diperkenankan pada air yang memenuhi syarat dikonsumsi.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mendapatkan air bersih yang bebas dari pencemaran akibat banyaknya aktivitas manusia dewasa ini. Secara umum ada empat kegiatan dalam siklus perputaran air berkaitan aktivitas manusia, yaitu eksplorasi air, konsumsi air, produksi air limbah dan penjernihan air limbah. Pada kegiatan keempat yaitu penjernihan air limbah, terdapat beberapa proses, antara lain penyaringan, sedimentasi, filtrasi dan disinfeksi. Meskipun sistem penjernihan ini tergolong efektif, namun demikian masih cukup mahal terkait dengan sistem dan material yang digunakan (Widiyanti, 2004).

Untuk mengatasi hal tersebut maka pada saat ini mulai diperkenalkan teknologi pemanfaatan fotokatalis sebagai fotodegradasi polutan menggunakan material oksidasi fotokatalis. Oksidasi fotokatalis merupakan proses partikel semikonduktor di dalam suspensi air limbah menangkap cahaya *ultra-violet* (UV) dan selanjutnya energi ini digunakan untuk menghasilkan pasangan elektron dan lubang (*hole*). Pasangan elektron-*hole* ini selanjutnya berdifusi ke permukaan

partikel yang kemudian mengoksidasi dan mereduksi polutan-polutan beracun (Subiyanto, 2009).

Keuntungan dari oksidasi 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 (CO_2) dan air (H_2O). Material oksidasi fotokatalis yang dapat digunakan adalah TiO_2 (Tian J., 2009).

Penelitian mengenai material TiO_2 sebagai oksidasi fotokatalis untuk sistem penjernih air limbah sangatlah penting dilakukan dengan metode yang sederhana dan relatif murah. Penelitian pengolahan air limbah oleh Chang (2000), telah dilakukan dengan melewatkan air limbah di dalam media kaca yang dilapisi dengan TiO_2 serta diberi paparan cahaya UV dapat membunuh 100% bakteri yang terkandung dalam air limbah tersebut. Penelitian lain dengan sistem penjernih menggunakan cahaya UV dengan panjang gelombang 254 nm telah dapat menghilangkan 99,99% bakteri patogen dan 99,99% virus (Abbaszadegan, 1997).

Dalam penelitian ini, sistem penjernih air dengan material TiO_2 digunakan untuk mengolah limbah yang tercemar polutan organik *E. coli*. Peranan material TiO_2 di sini apabila dikenai cahaya UV akan merusak bakteri *E. coli* sehingga akan mereduksi keberadaannya di air (Chang, 2000). Karbon aktif akan digunakan sebagai material penyerap, dan media tempat pelapisan material TiO_2 . Karbon aktif dapat digunakan untuk mengadsorpsi zat pencemar, sebagian zat pencemar akan teradsorpsi di permukaan luar, dan sebagian besar akan teradsorpsi di dalam pori-pori karbon aktif dengan cara difusi (Basuki, 2007). Pengkombinasian karbon aktif dengan TiO_2 dalam penelitian ini dimaksudkan agar material-material tersebut saling melengkapi peranannya dalam sistem penjernih air.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, masalah yang akan dirumuskan adalah pelapisan material TiO_2 pada media karbon aktif yang dapat digunakan sebagai material fotokatalis pada sistem penjernih air yang tercemar bakteri *E. coli*.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dimaksudkan untuk memudahkan pembahasan pokok permasalahan secara jelas dan sistematis. Pada penelitian ini penulis membatasi masalah pada pelapisan TiO₂ pada karbon aktif yang karakterisasinya dilakukan dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Sampel uji yang digunakan adalah air yang tercemar oleh bakteri *E. coli* dan tidak membahas kandungan pencemar air lainnya. Parameter yang digunakan adalah lama waktu proses penjernihan air dan kandungan bakteri *E. coli* dalam air yang diamati dengan menggunakan uji TPC (*Total Plate Count*).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah diperoleh lapisan material TiO₂ pada karbon aktif sebagai material fotokatalis serta merancang dan merealisasikan alat sistem penjernih air untuk menghilangkan bakteri *E.coli*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu metode untuk menghilangkan bakteri *E. coli* dalam air sehingga diperoleh air bersih yang layak konsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbaszadegan, Morteza; 1997, *Disinfection efficacy of a point-of-use-water treatment system againts bacterial, viral and protozoan waterbone pathogens*, *Water Research* 31(3), pp. 572-582
- Achmad Rukaesih, 2004, *Kimia Lingkungan*, Andi:Yogyakarta
- Al-Rasheed, R., 2005, *Water treatment by Heterogeneous Photocatalysis an overview*, www.google.com
- Anonim-a, 2009, *What is the S.E.M.*, www.mse.iastate.edu
- Anonim-b, 2009, *How the SEM works*, www.mse.iastate.edu
- Anonim-c, 2009, *How an Image is Produced*, www.mse.iastate.edu
- Anonim-d, 2009, *What is an Electron microscope?*, www.mse.iastate.edu
- Arutanti Osi dkk, 2009, *Penjernihan Air dari Pencemar Organik dengan Proses Fotokatalis pada Permukaan Titanium Dioksida (TiO₂)*, *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*, ISSN 1979-0880
- Basuki, Kris Tri, 2007, *Penurunan konsentrasi CO dan NO₂ pada Emisi Gas Buang dengan Menggunakan Media Penyisipan TiO₂ lokal pada Karbon Aktif*, *JFN*, Vol.1 No.1, ISSN 1978-8738
- Challister, William D, 1997, *Material Science and Engineering and Introduction Fourth Edition*, A John Wiley & Sons, Inc., Publication: New Jersey
- Chang, H.T., Wu, N. M., Zhu, F. 2000, *A Kinetic Model For Photocatalytic Degradation of Organics Contaminant in a Thin Film TiO₂ Catalys*, *Water res*, 34(2), 407-416

- Cheremisinof, 1998, *Carbon Adsorption Hand Book*. Ann Arbor Science : New Jersey
- Collier, L., 1998, *Microbiology and Microbial Infections*, Edisi 9, 935 – 939, Oxford University Press, Inc., New York
- Cowan, S.T., 1974, *Cowan and Steel's Manual for the Identification of Medical bacteria, Second Edition*, Cambridge University: New York
- Cullity, BD. 1959, *Element of X-Ray Diffraction*, Addison-Wiley Inc: Massachusetts
- Culp, G.L., and R.L. Culp, 1974, *New Concepts in Water Purifications*, Van Nostrand Reinhold Co., New York
- Flohr, Marta J.K, 1997, *X-Ray Powder Diffraction*, U.S. Geological Survey, USA.
- Frazer, L., 2001, *Titanium Dioxide : Environmental White Knight?* Environmental Health Perspectives Volume 109.
- Fujishima, A. and Honda, K., 1972, *Electrochemical photolysis of water at a semiconductor elektroda*, Nature 238, 37
- Gibbs, Terrell S., 2001, *Optimization Of Titanium Dioxide Photocatalysis for Sanitary Wastewater Treatment*,
- Jawetz, 1996, *Mikrobiologi Kedokteran*, Edisi 20, 238 – 240, EGC: Jakarta
- Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. 1988. No: KEP-02 /MENKLH/I/1988 tentang Penetapan Baku Mutu Lingkungan
- Kittel, Charles, 1996, *Introduction to Solid State Physics 7th edition*, John Wiley and Son: New York
- Manahan, Stanley E., 1994, *Environmental Chemistry, 6th*, USA: Lewis Publisher
- Pelczar, 1988, *Dasar – Dasar Mikrobiologi*, 809 – 812, UI Press, Jakarta
- Raini, M., M.J. Herman, N. Utama, 1995, *Kualitas Fisik dan Kimia Air PAM di DKI Jakarta tahun 1991-1992*. Cermin Dunia Kedokteran(100):50-52
- Riyadi, Slamet, 1984, *Pencemaran Air*, Surabaya: Karya Anda
- Sartono, 2006, *Scanning electron microscopy*, www.google.com
- Schroder, Dieter K, 2006, *Semiconductor Materials and Device Characterization Third Edition*, A John Wiley & Sons, Inc., Publication: New Jersey
- Suara Merdeka-a, 2008, *Sebagian telah tercemar bakteri E. coli*, Kamis 3 April 2008
- Suara Merdeka-b, 2008, *Tinggi, Kandungan E. coli di sumur warga*, Senin 21 April 2008
- Suara Merdeka-c, 2008, *Bakteri E. coli cemari air PDAM*, Kamis 3 April 2008
- Subiyanto, Haruno, dkk. 2009, *Pelapisan Nanomaterial TiO₂ Fase Anatase pada Nilon Menggunakan Bahan Perikat Aica Aibon dan Aplikasinya Sebagai Fotokatalis*, Jurnal nanosains dan Nanoteknologi Edisi khusus, ISSN 1979-088V
- Subramani A.K., et al, 2007, *Photocatalytic Degradation of Indigo Carmine Dye Using TiO₂ Impregnated Activated Carbon*, Bull mater. Sci. Vol 30, No.1 pp 37-41
- Tian Jintao, et al, 2009, *Preparation and Characterization of TiO₂, ZnO, and TiO₂/ZnO Nanofilms Via Sol-gel Process*, Ceramics International, 35:2261-2270
- Van Vlack, Lawrence H., 1985, *Elements of Material Science and Engineering, 5th edition*, Addison-Wesley: USA
- Wei Chang, Wen Yuan Lin, 1994, *Bacterial activity of TiO₂ photocatalyst in Aqueous Media*, Environment Science Technology, 28(5), pp. 934-938
- 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
- Zhang X., Zhang F., dan Chan K.Y., 2006, *The synthesis if Pt-Modified Titanium Dioxide Thin Film by Microemulsion Templating, Their Characterization and Visible-Light Photocatalytic Properties*, Mater. Chem.Phys., 97:384-389