

## Fotokatalitik ZnO:KA pada Penjernihan Air Kali Banger Semarang

R Hidayatuloh, A Subagio dan I Nurhasanah

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika  
Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Sudarto, S.H., Tembalang, Semarang 50275  
E-mail: [iisnurhasanah@fisika.undip.ac.id](mailto:iisnurhasanah@fisika.undip.ac.id)

---

### ABSTRAK

Fotokatalis ZnO yang dikombinasikan dengan karbon aktif (ZnO:KA) digunakan pada proses penjernihan dan penghilang bau busuk air kali Banger. ZnO dilapiskan pada karbon aktif dengan memasukkan karbon aktif ke dalam larutan ZnO, kemudian dipanaskan pada temperatur 100°C selama 3 jam. Mikrostruktur dan komposisi atom ZnO:KA diamati menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) yang terintegrasi dengan *energy dispersive x-ray spectroscopy* (EDX). Citra SEM menunjukkan bahwa ZnO telah berhasil dilapiskan pada permukaan KA. Proses fotokatalis dilakukan pada penjernihan dan reduksi bau busuk air kali Banger dengan pemberian radiasi sinar UV. Fotokatalitik ZnO:KA diuji melalui pengukuran *total dissolved solid* (TDS) dan *biological oxygen demand* (BOD). 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. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ZnO:KA dapat digunakan untuk proses penjernihan air.

*Keywords:* ZnO, Karbon Aktif, fotokatalis, penjernihan air, kali Banger

---

### PENDAHULUAN

Penurunan kualitas air karena pencemaran oleh bahan organik maupun inorganik menjadi masalah terutama di kota-kota besar. Salah satu pencemaran air terjadi di kali Banger, Semarang. Air kali Banger memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi dan pada kondisi tertentu menimbulkan bau busuk yang meresahkan masyarakat disekitarnya. Bau busuk pada air yang tercemar disebabkan oleh polutan organik dalam air yang cukup tinggi.

Pada saat ini telah diperkenalkan teknologi pemanfaatan material fotokatalis oksida sebagai fotodegradasi polutan air dengan pemberian cahaya *ultra-violet* (UV). Penyinaran cahaya UV pada fotokatalis oksida akan memberikan energi yang dapat digunakan untuk menghasilkan pasangan elektron dan lubang (*hole*). Pasangan elektron-*hole* selanjutnya berdifusi ke permukaan partikel oksida yang kemudian mengoksidasi dan mereduksi polutan-polutan. Selain itu oksidasi fotokatalis akan mengubah senyawa-senyawa berbahaya dan beracun di dalam air menjadi

senyawa yang tidak berbahaya seperti karbondioksida dan air [1].

Salah satu material oksida fotokatalis yang dapat digunakan dalam proses penjernihan air adalah ZnO. Pemberian sinar UV pada permukaan ZnO akan mempercepat reaksi kimia yang berguna dalam proses penjernihan. Pengamatan fotokatalitik ZnO dengan penyinaran UV telah dilakukan untuk mereduksi bakteri *Escheria coli*, *Lactobacilus helveticus* dan *Staphylococcus aureus* [2-4], degradasi senyawa jingga metilen [5] dan biru metilen [6]. Penggunaan fotokatalis ZnO dalam mereduksi bakteri *Escheria coli* dan *Lactobacilus helveticus* dalam air lebih efektif daripada menggunakan fotokatalis TiO<sub>2</sub> untuk semua perlakuan yang sama. Untuk meningkatkan efisiensi material fotokatalis dilapiskan pada media penyangga, seperti: alumina, kaca/silika dan karbon aktif [7-9].

Dalam penelitian ini, fotokatalitik ZnO yang dikombinasikan dengan karbon aktif (ZnO:KA) diamati pada penjernihan dan reduksi bau busuk air kali Banger yang ditimbulkan oleh polutan. Kekeruhan air diamati melalui pengukuran nilai *total dissolved solid* (TDS) dan bau busuk air

diuji dengan nilai *biological oxygen demand* (BOD). Pengkombinasian ZnO dengan KA menurunkan nilai TDS dan BOD lebih tinggi dibandingkan apabila hanya menggunakan ZnO ataupun KA saja.

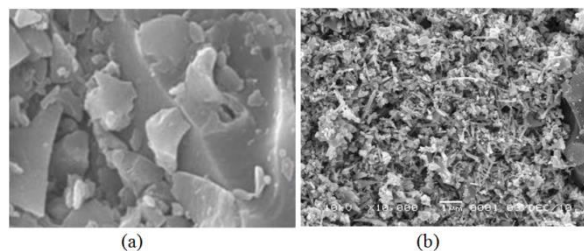
**EKSPERIMEN**

Karbon aktif (KA) terlebih dahulu dicuci menggunakan aquades kemudian dikeringkan. 1 g serbuk ZnO dilarutkan dalam 100 ml aquades dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Selanjutnya 10 g KA dimasukkan ke dalam larutan ZnO dan didiamkan selama 30 menit. KA yang telah direndam dalam larutan ZnO dikeringkan dalam oven pada temperatur 100° C selama 3 jam, sehingga diperoleh KA yang terlapisi ZnO (ZnO:KA).

Mikrostruktur ZnO:KA diuji menggunakan *scanning electron microscope* (SEM). Komposisi atom ZnO:KA dianalisis menggunakan *energy dispersive x-ray spectroscope* (EDX). Proses fotokatalis dilakukan dalam reaktor yang terdiri dari wadah tempat air dan material fotokatalis serta lampu ultra-violet (UV). Reaktor dilengkapi juga dengan pipa dan pompa untuk mensirkulasikan air. Sebanyak 200 g ZnO:KA dimasukkan ke dalam 4 L air kali Banger dan disinari UV selama 24 jam. Selain itu, sebagai bahan pembanding penjernihan dilakukan juga menggunakan penyinaran UV saja dan UV+KA. Kemampuan fotokatalitik ZnO:KA dalam menjernihkan air dan mereduksi bau busuk diamati melalui pengukuran TDS dan BOD.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Keberhasilan pelapisan ZnO pada KA dapat diamati pada citra SEM yang ditunjukkan Gambar 1. Gambar 1(a) adalah citra SEM permukaan KA yang tidak dilapisi ZnO dan Gambar 1(b) adalah permukaan KA yang dilapisi ZnO. Permukaan KA yang tidak dilapisi ZnO tampak rata, sedangkan permukaan KA yang dilapisi ZnO tampak diselimuti bulir-bulir partikel ZnO, sehingga terbentuk ZnO:KA. Partikel ZnO tidak menutupi seluruh permukaan KA, terdapat pori-pori yang memungkinkan terjadi adsorpsi pada permukaan KA. Hal itu diperkuat dengan analisis komposisi atom yang menunjukkan adanya atom Zn, C dan O.



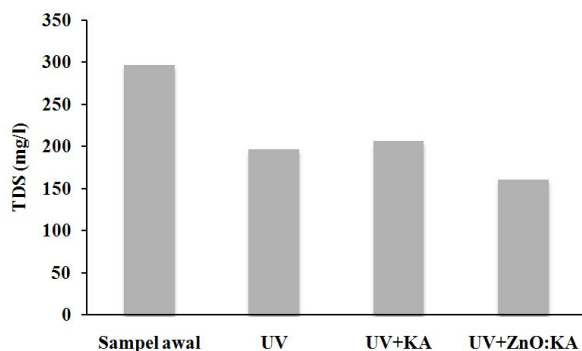
**Gambar 1.** Citra SEM permukaan (a) KA, (b) ZnO:KA

Analisis komposisi atom menggunakan EDX sebagaimana dirangkumkan pada Tabel 1 menunjukkan ZnO:KA tersusun oleh 25,07 % atom C, 31,49 % atom O dan 43,44 % atom Zn. Jumlah atom O yang lebih sedikit dari atom Zn mengindikasikan bahwa ZnO yang terbentuk tidak stoikiometri dan mengandung vakansi oksigen. Vakansi oksigen berperan dalam proses fotokatalis.

**Tabel 1.** Komposisi atom ZnO:KA

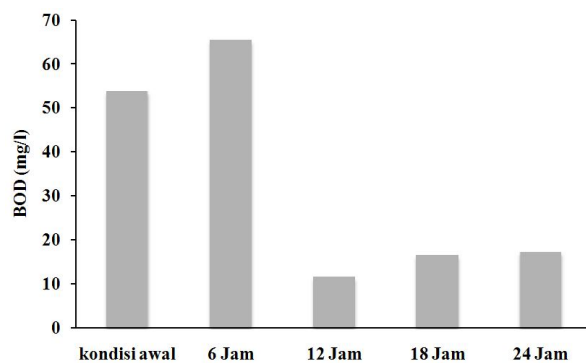
Unsur	At%
C	25,07
O	31,49
Zn	43,44

Gambar 2 menunjukkan grafik nilai TDS air kali Banger sebelum dan sesudah proses penjernihan menggunakan berbagai media. Semua media yang digunakan terlihat mampu menurunkan nilai TDS air. Hal ini menunjukkan bahwa semua media yang digunakan dapat mereduksi kekeruhan air. Nilai TDS air yang diproses menggunakan fotokatalis ZnO:KA lebih rendah dari air lainnya. Fotokatalis ZnO:KA dapat menjernihkan air lebih baik dari proses penjernihan yang hanya menggunakan sinar UV saja maupun sinar UV + KA. Penggunaan fotokatalis ZnO:KA mengindikasikan bahwa proses penjernihan tidak hanya terjadi karena proses adsorpsi oleh KA, tetapi juga pada saat yang bersamaan terjadi reaksi fotokatalis ZnO [10]. Sinergi kemampuan adsorpsi KA dan fotoaktivitas ZnO meningkatkan proses penjernihan air. Fenomena serupa telah diamati oleh beberapa peneliti untuk fotokatalis TiO<sub>2</sub> [11-12].



**Gambar 2.** Nilai TDS air kali Banger sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan sinar UV, sinar UV + KA dan sinar UV+ZnO:KA selama 24 jam

Tingkat bau busuk air kali Banger berhubungan dengan jumlah polutan organik yang dapat diuji melalui pengukuran BOD, yaitu selisih oksigen terlarut dalam air sebelum dan setelah proses penjernihan. Pengukuran BOD dilakukan pada sampel air yang dijernihkan menggunakan fotokatalis ZnO:KA dengan interval waktu 6 jam selama 24 jam. Fotokatalitik ZnO:KA dalam mereduksi bau busuk air dapat dilihat dari nilai BOD yang ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** BOD air kali Banger sebelum dan setelah diproses menggunakan sinar UV + ZnO:KA untuk berbagai lama waktu

Penggunaan fotokatalis ZnO:KA tidak secara langsung menurunkan nilai BOD. Penurunan BOD yang sangat drastis terjadi setelah proses fotokatalis berlangsung selama 12 jam. Pada interval waktu berikutnya terjadi kenaikan BOD dan tidak terjadi perubahan kembali sampai 24 jam proses fotokatalis.

Fotokatalitik ZnO:KA dalam proses penjernihan air dapat dilihat dari nilai parameter fisis dan kimia air kali Banger sebelum dan sesudah

proses penjernihan yang dapat dilihat pada Tabel 2. Fotokatalis ZnO:KA telah berhasil menjadikan air kali Banger yang semula agak bau menjadi tidak berbau, mereduksi kekeruhan sebanyak 1,05 NTU, mereduksi warna sebesar 6 PtCo, mengurangi nilai TDS sebesar 136 mg/l dan mereduksi BOD sebesar 36,48 mg/l. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa penjernihan yang dilakukan dengan menggunakan UV dan material fotokatalis ZnO:KA lebih baik dari pada penjernihan menggunakan penyinaran UV saja maupun kombinasi penyinaran UV dan KA. Namun, nilai BOD hasil akhir penjernihan belum memenuhi standar kualitas air bersih yang dipersyaratkan yaitu antara 6-10 mg/l. Oleh karenanya masih diperlukan penelitian lebih lanjut.

**Tabel 2.** Parameter fisis dan kimia air kali Banger sebelum dan sesudah dilakukan penjernihan menggunakan fotokatalis ZnO:KA

Parameter	Sebelum penjernihan	Sesudah penjernihan
Bau	Agak Bau	Tidak Berbau
Kekeruhan (NTU)	4,00	2,95
Warna (PtCo)	34	28
TDS (mg/l)	296	160
BOD (mg/l)	53,76	17,28

### KESIMPULAN

ZnO telah berhasil dilapiskan pada karbon aktif. Fotokatalis ZnO:KA mampu menurunkan nilai TDS air yang lebih besar dalam penjernihan air kali Banger dibandingkan dengan penjernihan yang hanya menggunakan UV dan UV+KA. Penggunaan fotokatalis ZnO:KA telah berhasil mengurangi kadar BOD dan menghilangkan bau busuk akibat pencemar organik pada air kali Banger.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tian J, Chen L, Dai J, Wang X, Yin Y dan Wu P 2009 *Ceramics Int.* **35** 2261
- [2] Liu H L dan Yang T C K 2003 *Process Biochem.* **39** 475
- [3] Applerot G, Perkas N, Amirian G, Girshevitz O dan Gedanken A 2009 *Appl. Surf. Sci.* **256S** S3

- [4] Karunakaran C, Rajeswari V dan Gomathisankar P 2010 *J. Alloys and Compounds* **508** 587
- [5] Akyol A dan Bayramoglu M 2010 *J. Hazard. Mater.* **175** 484
- [6] Mekasuwandumrong O, Pawinrat P dan Panpranot 2010 *Chem. Eng. J.* **164** 77
- [7] Fernandez A, Lassaletta G, Jimenez V M, Justo A, Gonzales-Elipse A R dan Hermann J M 1995 *Appl. Catal. B* **7(1-2)** 49
- [8] Chen X dan Mao S S 2007 *Chem. Rev.* **107(7)** 2891
- [9] Linsebigler A L, Lu G dan Yates J T 1995 *Chem. Rev.* **95(3)** 735
- [10] Byrappa K, Ananda S, Sunitha MH dan Soga K 2006 *J. Atter Sci.* **41** 1355
- [11] Wang X, Hu Z, Chen Y, Zhao G, Liu Y dan Wen Z 2009 *Appl. Surf. Sci.* **255** 3953
- [12] Velasco L F, Parra J B dan Ania C O 2010 *Appl. Surf. Sci.* **256(17)** 5254