



**PEMANFAATAN FOTOKATALIS ZnO DOPED Co DAN APLIKASINYA
PADA KAP LAMPU DALAM MENGURANGI PENCEMARAN
LINGKUNGAN AKIBAT ASAP KENDARAAN BERMOTOR**

**Sri Wuning, M. Badrul Huda, Yulia Milarsih, Miratun Nafisah, Widiarsih,
Retno Ariadi Lusiana**

*Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto SH Tembalang, Semarang 50275
E-mail : retno_ariadi@undip.ac.id*

ABSTRAK

Dewasa ini, penggunaan nanoteknologi berkembang begitu pesat, salah satunya adalah nanomaterial Zink Oksida (ZnO). Suatu ZnO merupakan fotokatalis berharga ekonomis yang dapat mendegradasi berbagai senyawa organik termasuk asap kendaraan bermotor. Akan tetapi ZnO masih memiliki kelemahan yaitu hanya dapat diinisiasi oleh sinar UV. Disisi lain, sumber cahaya terbanyak di bumi ini adalah cahaya tampak sehingga perlu dilakukan modifikasi terhadap ZnO agar dapat bekerja pada rentang cahaya tampak. Modifikasi ini dapat dilakukan dengan penambahan kobalt pada ZnO. Adapun salah satu cara yang cukup solutif dan efektif saat ini yaitu pemanfaatan senyawa fotokatalis pada kap lampu. Hal ini seiring dengan semakin banyaknya jumlah kendaraan bermotor yang ada serta dampak asap kendaraan yang sangat berbahaya apabila terhirup oleh manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan modifikasi nanopartikel ZnO dengan penambahan Co (kobalt) dan menguji kap lampu berbasis nanoteknologi terapan. Metode yang digunakan untuk sintesis nanopartikel Co *doped* ZnO adalah sol gel sedangkan pelapisan menggunakan *spray coating*. Hasil yang diperoleh yaitu material ZnO:Co dapat berkerja pada cahaya tampak, yaitu pada panjang gelombang 545 nm dan 403 nm dan dapat menurunkan *band gab* (celah energi) menjadi 1,376 eV dan 1,186 eV, ukuran kristal material ZnO:Co sebesar 30-70 nm, komposisi ZnO:Co yang terlapis pada kap lampu sebesar 68.84% ZnO dan 4.77% Co. Sedangkan analisis kualitatif daya degradasi asap kendaraan bermotor didapatkan bahwa material ZnO:Co yang *tercoating* sebanyak 8 lapis lebih efektif mendegradasi asap dibandingkan kap lampu biasa. Hal ini dapat disimpulkan bahwa material ZnO:Co yang terlapis pada kap lampu dapat bekerja secara efektif dan efisien dalam mendegradasi asap kendaraan bermotor.

Kata Kunci : kap lampu, sol gel, fotokatalis



I. PENDAHULUAN

Dewasa ini, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun, gas buang kendaraan bermotor tersebut dapat menimbulkan polusi udara sebesar 70 sampai 80 persen, sedangkan pencemaran udara akibat industri hanya 20-30 persen saja. Berbagai hal yang menyebabkan polusi udara antara lain asap kendaraan, asap pabrik, pembakaran sampah dan sebagainya (Maryanto, 2012). Asap kendaraan merupakan penyebab terbesar terjadinya polusi udara karena perkembangan teknologi pada berbagai bidang khususnya di bidang transportasi mengakibatkan jumlah kendaraan bermotor dengan berbagai jenis dan merk meningkat cukup tinggi, sehingga persentase emisi gas buang kendaraanpun semakin meningkat (Budiraharjo, 1991). Disisi lain menurut Numbeo (2013) saat ini Indonesia memiliki indeks pencemaran udara 98,06 partikel per meter kubik yang menempati peringkat ke empat tingkat pencemaran udara di dunia. Angka tersebut mengalami kenaikan dari tahun 2011, yaitu 60,25 partikel per meter kubik (Djajadilaga, 2012).

Salah satu cara yang efektif dan efisien yaitu dengan menggunakan nanomaterial Zink Oksida (ZnO). ZnO merupakan zat fotokatalis berharga ekonomis (Daneshvar, 2007). Prinsip kerja ZnO adalah ketika ZnO berukuran nano terdapat sinar UV maka akan membentuk senyawa super oksida yang dapat mendegradasi berbagai senyawa organik (Seery *et al*, 2008). Namun ZnO memiliki kelemahan yaitu hanya bisa diinisiasi oleh sinar UV (Liu *et al*, 2011). Disisi lain, sumber cahaya terbanyak di bumi ini adalah cahaya tampak sehingga perlu dilakukan modifikasi terhadap ZnO agar bekerja pada rentang cahaya tampak. Salah satu solusi dari masalah ini adalah melapisi ZnO dengan (Co)(Reddy, 2013). Pelapisan ZnO dengan Cobalt (Co) akan menaikkan aktivitas pendekomposisi terhadap senyawa organik hingga panjang gelombang 550 nm (Reddy, 2013). Dengan modifikasi tersebut aktivitas ZnO sebagai fotokatalis menjadi lebih efektif.

Dari uraian diatas maka pada penelitian ini diusulkan suatu inovasi yang dapat mengurangi asap kendaraan, dengan cara melapisi kap lampu dengan nanopartikel Co *Doped* ZnO. Pelapisan Co pada ZnO terhadap kap lampu diharapkan dapat menghilangkan polutan asap ketika inisiasi reaksi fotokatalis pada siang hari dilakukan oleh sinar matahari dan pada malam hari oleh cahaya lampu. Dengan begitu diharapkan proses degradasi akan berlangsung selama 24 jam, sehingga dapat menciptakan *blue sky*, kota yang sehat bebas dari polusi udara.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah Zink Asetat, Isopropanol, Kap Lampu, Kobalt Nitrat, MEA, Lampu.

2.2 Alat

Alat yang digunakan adalah Spektrofotometer UV-Vis, Furnace, SEM (*Scanning Electron Microscopy*), EDX, Peralatan Gelas, Air Brush dan Alat Uji Kualitatif.

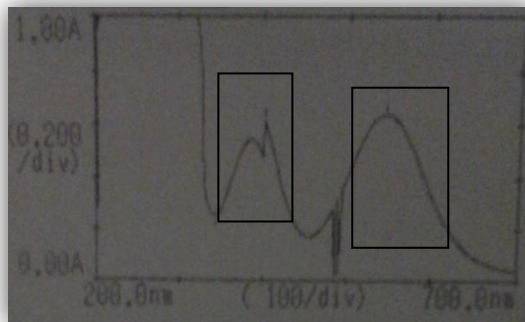
2.2 Prosedur Penelitian

Sintesis nanopartikel ZnO dilakukan dengan metode sol gel yang memiliki keunggulan yaitu metode dapat dilakukan pada suhu rendah, mudah untuk dilakukan karena menggunakan bahan-bahan yang mudah didapatkan. Pada sintesis ZnO digunakan prekursor $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ sebagai sumber Zn dan isopropanol (IPA: $(CH_3)_2CHOH$), monoetanolamin (MEA: $HOCH_2CH_2NH_2$) dan kobal nitrat ($CoNO_3 \cdot 6H_2O$). Pembuatan nanopartikel ZnO dengan melarutkan Zn Asetat kedalam larutan propanol dan monoetanolamin pada temperatur ruang dengan konsentrasi 0,3M Zn Asetat dengan perbandingan molar 1:1 dan kemudian distirer selama 1 jam. Hasil yang terbentuk larutan berwarna putih bening. Setelah itu tambahkan kobal nitrat dengan perbandingan dengan Zn 10:1 (Zn: 10, Co: 1) dan distirer selama 7 jam. Hasilnya berupa larutan homogen berwarna ungu bening. Proses selanjutnya yaitu pelapisan dan furnace sebanyak 4 kali.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Celah Energi dari Material ZnO *doped* Co

Tujuan dilakukan analisis ini adalah untuk mengetahui celah energi dari senyawa hasil sintesis yang terbentuk. Analisis ini dapat digunakan untuk mengetahui kinerja material ZnO *doped* Co apakah dapat berkerja pada cahaya tampak atau tidak.



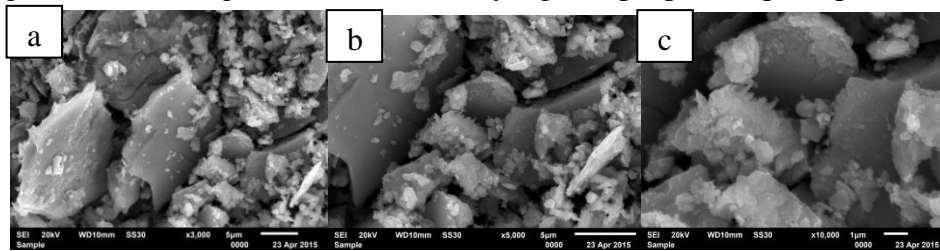
Gambar 3.1 Hasil Pengujian Spektrofotometer UV-Vis

Berdasarkan hasil uji dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis didapatkan bahwa material ZnO *doped* Co dapat berkerja pada cahaya tampak, yaitu pada panjang gelombang 545 nm dan 403 nm. Jika dikonversi dengan menggunakan persamaan plank: $E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$, didapatkan *bandgap* material ZnO *doped* Co sebesar 1,376 eV dan 1,186 eV. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa material ZnO *doped* Co sebagai fotokatalis cukup efektif dalam bekerja

pada cahaya tampak dalam mendegradasi asap kendaraan bermotor. Karena kinerja material ZnO *doped* Co pada siang hari dapat dibantu dengan menggunakan sinar matahari sedangkan pada malam hari dibantu dengan cahaya lampu.

3.2 Analisis Morfologi Material ZnO *doped* Co

Tujuan dilakukan analisa SEM (*Scanning Electron Microscopy*) adalah untuk menganalisa permukaan dan tekstur ZnO *doped* Co yang terlapis, menganalisa morfologi dan ukuran kristal yang terlapis pada kap lampu.

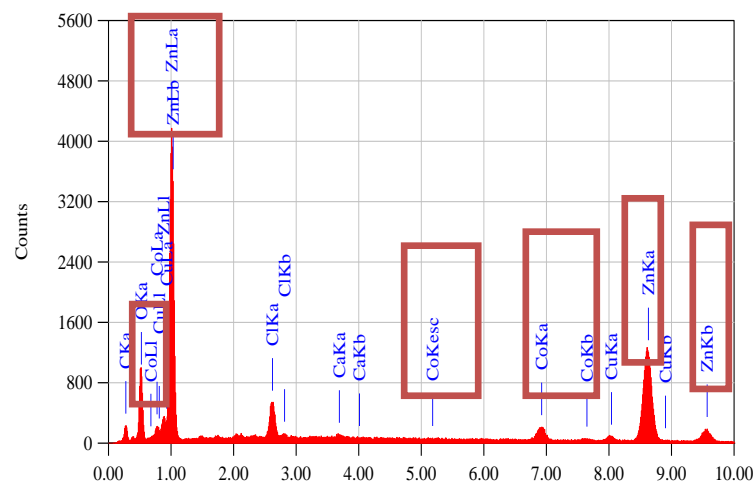


Gambar 3.2 Hasil Pengujian SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dengan perbesaran (a) 3000x, (b) 5000x, (c) 10000x

Berdasarkan hasil uji dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) didapatkan bahwa material ZnO *doped* Co mempunyai kristal yang berukuran nanometer yaitu berkisar 30-70 nm (ukuran kristal yang paling kecil). ketidakmerataan pada uji SEM dikarenakan proses pengerokan material ZnO:Co yang terlapis pada kaca tidak menghasilkan ukuran material yang homogen karena tidak dilakukan proses penghomogenan serbuk ZnO:Co terlebih dahulu. Adanya kristal yang masih berukuran nano pada hasil uji SEM tersebut, dapat disimpulkan sintesis ZnO:Co telah berhasil menghasilkan ukuran kristal nanometer, sehingga kinerja fotokatalis dalam mendegradasi asap kendaraan bermotor cukup efektif karena luas permukaannya pada kap lampu semakin besar.

3.3 Analisis Komposisi Material yang Terlapis

Tujuan analisa EDS (*Energy Dispersed Spectroscopy*) adalah untuk mengetahui komposisi senyawa yang terlapis pada kap lampu.



ZAF Method Standardless Quantitative Analysis (Oxide)

Fitting Coefficient : 0.0810

Total Oxide : 24.0

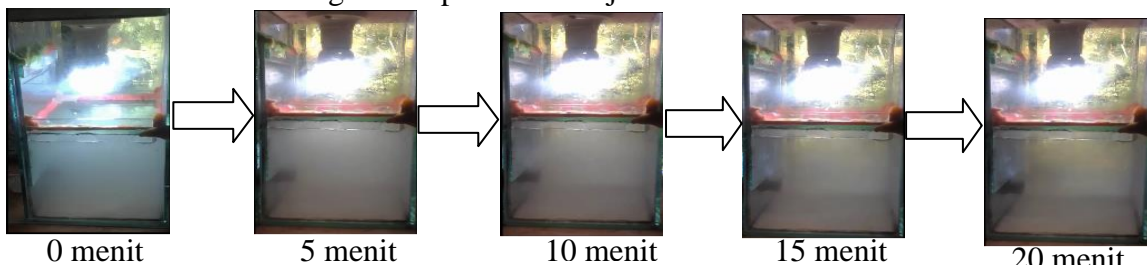
Element	(keV)	Mass %	Sigma	Mol %	Compound	Mass%	Cation	K	
C	K	0.277	20.14	0.35	61.79	C	20.14	0.00	4.4254
O		2.621	15.23						
Cl	K	2.621	3.00	0.06	3.11	Cl	3.00	0.00	4.2934
Ca	K	3.690	0.24	0.04	0.22	CaO	0.33	0.15	0.3650
Co	K	6.924	3.75	0.14	2.35	CoO	4.77	1.60	6.4304
Cu	K	8.040	2.33	0.15	1.35	CuO	2.92	0.92	3.4155
Zn	K	8.630	55.31	0.74	31.18	ZnO	68.84	21.32	81.0704
Total			100.00		100.00		100.00		24.00

Gambar 3.3 Hasil Pengujian dengan EDS (*Energy Dispersed Spectroscopy*)

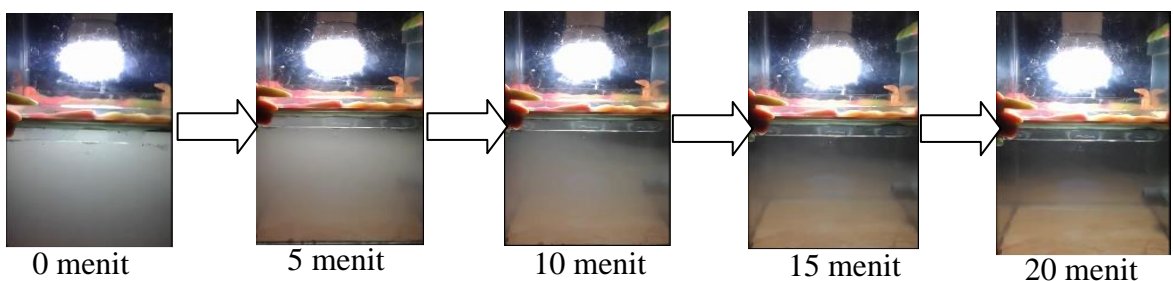
Berdasarkan hasil pengujian EDS (*Energy Dispersed Spectroscopy*) dapat diketahui komposisi yang ada pada lapisan kap lampu. Mulai dari material kaca lampu dan senyawa yang terlapis pada kap lampu. Terlihat dari data EDS bahwa sudah terlapis senyawa ZnO:Co dengan kandungan senyawa ZnO sebesar 68.84% dan Co sebesar 4.77%. Dengan demikian hal ini dapat disimpulkan bahwa senyawa ZnO:Co terlapis secara sempurna pada kap lampu.

3.4 Analisis Daya Degradasi Asap Kendaraan Bermotor

Tujuan analisis ini yaitu untuk mengetahui secara kualitatif daya degradasi material nanopartikel ZnO *doped* Co yang terlapis pada kap lampu. Uji daya degradasi asap kendaraan bermotor dilakukan dengan memasukkan asap kendaraan dengan selang ke dalam kotak kaca yang telah tertutup rapat pada $t = 1$ menit 25 detik dengan kecepatan 10 km/jam.



Gambar 3.4 Uji Degradasi Asap Kendaraan Bermotor Pada Kaca tanpa pelapisan dan pemfurnacean Selama 20 menit.



Gambar 3.5 Uji Degradasi Asap Kendaraan Bermotor Pada Kaca 8 Lapis (8 kali pengcoatingan dengan ZnO:Co dan 8 kali pemfurnacean) Selama 20 menit.



Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa pelapisan ZnO: Co pada kap lampu yang paling efektif yaitu pada kap lampu yang dilapisi ZnO:Co sebanyak 8 lapis.

IV. KESIMPULAN

Tercipta “*Magic Shade*” berupa kap lampu yang dapat mendegradasi asap kendaraan bermotor menjadi H₂O dan CO₂ yang dapat bekerja pada cahaya tampak secara simultan.

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulus- tulusnya kepada ibu Dr. Retno Ariadi Lusiana, M.Si. selaku pembimbing pada penelitian ini, atas segala saran, kata-kata yang selalu menginspirasi kami dan bimbingan tentang penelitian ini.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Budiraharjo, H., 1991, Pencemaran Udara di DKI Jakarta Paru, Jakarta.
- Bayuwati, Dwi, 2007, Pengembangan Sistem “Ultrasonic Spray Nozzle” Untuk Proses Pelapisan Tipis, Pusat Penelitian Fisika, LIPI
- Hidayat, Rahmat, Herman Bahar, dan Annisa Aprilia, 2010, Preparasi Lapisan Tipis ZnO Transparan menggunakan Metode Sol-Gel beserta Karakterisasi Sifat Optiknya, Prosiding Seminar Nasional Fisika 2010 ISBN : 978-979-98010-6-7
- Kanade K.G., Kale B.B., Aiyer R.C., Das B.K., (2006), Effect Of Solvents On The Synthesis Of Nano-Size Zinc Oxide And Its Properties, Materials Research Bulletin, Vol. 41, hal. 590– 600
- Maryanto, Dicky, Surahma Asti Mulasari, Dyah Suryani, 2012, Penurunan Kadar Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) dengan Penambahan Arang Aktif pada kendaraan Bermotor di Yogyakarta, ISSN : 1978-0575
- Mutiarani, Aulia, 2013, Tingkat Pencemaran Udara Indonesia Tertinggi Ketiga di Dunia, Bagaimana Cara Mengatasinya?, <http://green.kompasiana.com/polusi/2013/01/02/tingkat-pencemaran-udara-indonesia-tertinggi-ketiga-di-dunia-bagaimana-cara-mengatasinya-520856.html>, diakses : 21 Juni 2013
- Tian Jintao, 2009, Preparation and Characterization of TiO₂, ZnO, and TiO₂/ZnO Nanofilms Via Sol-gel Process, Ceramics International, 35:2261-2270
- Thoriq, 2011, Indonesia : Negara Nomer Urut Ketiga Perokok Terbesar di Dunia, <http://thoriq2011.student.umm.ac.id/2011/08/12/10-negara-dengan-jumlah-perokok-terbesar-di-dunia/>. Diakses : 27 Oktober 2012
- Palomino A. G.P., 2006, “Room-Temperature Synthesis and Characterization of Highly Monodisperse Transition Metal-Doped ZnO Nanocrystals”, Physics, University Of Puerto Rico, Physics, Puerto Rico
- Reddy, Sankara, et. al., 2013, Synthesis, Structural, Optical Properties and Antibacterial Activity of Co-Doped (Ag, Co) ZnO Nanopartikel, Research Journal of Material Sciences, Vol. 1(1), 11-20
- Seery, Michael K., Reenamole Gorgekutty, and Suresh C. Pillai, 2008, A Highly Efficient Ag-ZnO Photocatalyst: Synthesis, Properties, and Mechanism, School of Chemical and Pharmaceutical Sciences, Dublin Institute of Technology, Dublin 8, Ireland