

LAPAS ROKOK (LAMPU PENGHILANG ASAP ROKOK) BERBASIS FOTOKATALITIK NANOPARTIKEL ZnO

¹⁾Yulia Milarsih, ¹⁾Arif Sony Wibowo, ¹⁾Sri Wuning, ¹⁾Nor Basid Adiwibawa Prasetya

¹⁾Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang
E-mail: norbasidap@gmail.com

Abstract

ZnO is a photocatalyst essence that has economical value which can be able to degrade any dangerous organic compound by photocatalytic reaction. The purpose of this research is to fix any problems which are caused by smoke in Indonesia by innovation of smoke-disappeared light based on photocatalyst of ZnO nanoparticles. The zinc oxide (ZnO) has disadvantage which can be initiated only by the UV light, so adding Co(Cobalt) is needed to decrease the gap-energy in order for it can work at visible light. The experiment method was carried out in three steps: (1) synthesis of ZnO nanoparticles by sol gel method, (2) the veneering was used the spray coating. The result showed that bandgap of ZnO which doped by Co is 2,28 eV, the size of nanoparticles which layered at the light-glass is about 40 nm, and can reduce CO until 3.69 ppm or $793,35 \times 10^{19}$ particles for 10 minutes

Keywords: LAPAS ROKOK, ZnO, nanoparticles, photocatalyst

1. PENDAHULUAN

Pencemaran udara di kota-kota besar di Indonesia, khususnya di Ibukota Jakarta, yang menjadi barometer kota-kota lainnya di Indonesia, telah mencapai tingkat yang memprihatinkan. Hal ini menyebabkan turunnya kualitas udara dan daya dukung lingkungan, salah satu penyebab pencemaran udara adalah polusi yang disebabkan oleh aerosol smoke, kontribusi yang cukup besar adalah asap rokok. Bahaya asap rokok bagi manusia sangatlah jelas, mulai dari kerusakan paru-paru sampai pada gangguan janin pada ibu hamil (Thoriq, 2011).

Indonesia merupakan negara dengan jumlah perokok aktif sekitar 27,6% dengan jumlah 65 juta perokok atau 225 miliar batang per tahun merupakan Negara dengan jumlah perokok ke-3 di dunia (WHO, 2008). Berbagai usaha telah dilakukan pemerintah untuk menekan jumlah perokok di Indonesia mulai dari menaikkan pajak rokok sampai pembatasan merokok di area umum, tetapi usaha-usaha tersebut kurang efektif untuk menekan jumlah perokok di Indonesia. Fakta-fakta tersebut mendorong adanya inovasi baru untuk menekan jumlah asap rokok yang sangat berbahaya bagi lingkungan sekitar karena asap rokok merupakan zat yang bersifat *toxic* dan dapat

menyebabkan gangguan bagi kesehatan manusia, kanker bahkan kematian.

Nanoteknologi di dunia saat ini berkembang begitu pesat. Salah satu contohnya adalah nano material ZnO. Zink oksida merupakan zat fotokatalis berharga ekonomis (Daneshtar, 2007). Prinsip kerja fotokatalis ZnO adalah ketika zink oksida berukuran nano terkena sinar UV maka akan membentuk senyawa super oksida yang dapat mendegradasi berbagai senyawa organik (Seery et al, 2008). Salah satu senyawa yang dapat didegradasi adalah asap rokok. sehingga apabila ZnO tersebut dilapiskan ke zat lain seperti kaca maka ZnO tersebut dapat mendegradasi asap rokok di lingkungan sekitarnya apabila diinisiasi dengan sinar UV.

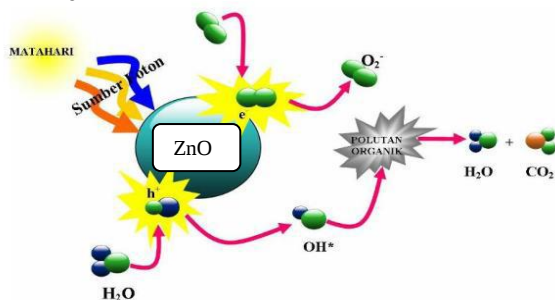
Zink oksida (ZnO) memiliki kelemahan yaitu hanya bisa diinisiasi dengan sinar UV (Liu et al, 2011), padahal di bumi ini sumber cahaya yang banyak ditemukan adalah cahaya tampak sehingga perlu dilakukan modifikasi terhadap material tersebut agar bekerja pada cahaya tampak. Salah satu solusi dari masalah ini adalah melapisi ZnO dengan Cobalt (Co) (Reddy, 2013). Pelapisan ZnO dengan Cobalt (Co) akan menaikkan aktivitas pendekomposisi senyawa organik hingga panjang gelombang 550 nm (Reddy, 2013) atau dapat dikatakan Co doped ZnO sebagai fotodegradasi cahaya tampak. Dengan modifikasi

tersebut maka aktivitas ZnO sebagai fotokatalis untuk mendegradasi senyawa organik seperti polutan asap akan menjadi lebih efektif

Dari berbagai fakta diatas maka salah satu inovasi yang akan menjadi solusi pemecahan terhadap asap rokok dan sampah di Indonesia adalah dengan membuat kap lampu berbahan baku limbah kaca dengan melapisinya dengan ZnO. Lampu tersebut bermanfaat untuk menghilangkan asap rokok karena adanya pelapisan dengan fotokatalis ZnO. Reaksi fotokatalis untuk menghilangkan asap rokok akan diinisiasi oleh cahaya tampak dari lampu sehingga asap rokok akan terdegradasi. Dengan adanya inovasi ini diharapkan akan menyelesaikan masalah yang disebabkan oleh asap rokok dan menjadikan udara bersih dan lingkungan sehat

Mekanisme Fotokatalis ZnO Pada Kap Lampu Penghilang Asap

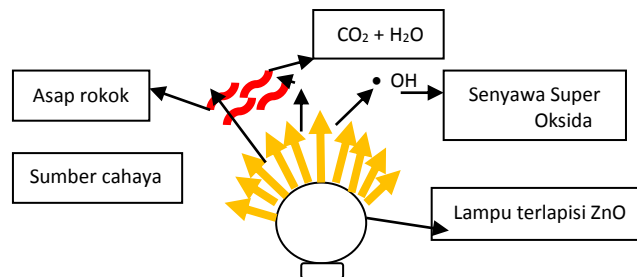
Inovasi LAPAS ROKOK (lampu penghilang asap rokok) tentu saja akan membantu menyelesaikan masalah yang disebabkan oleh asap rokok, hal ini disebabkan adanya zat foto katalis ZnO pada kap lampu tersebut. ZnO akan mendegradasi asap rokok menjadi zat yang tidak berbahaya.



Gambar 1. Proses fotokatalitik (Tian, 2009)

Selain itu inovasi ini dapat diterapkan dimana saja karena hampir di setiap tempat pasti menggunakan lampu. Sehingga inovasi ini akan membantu mengurangi emisi akibat asap rokok dan polutan organik lainnya secara drastis dengan efek fotokatalis dari cahaya tampak. Inovasi ini juga tidak akan mengganggu cahaya lampu yang keluar sehingga lampu akan tetap terang.

Produk dari inovasi ini diprediksi akan memiliki harga yang terjangkau karena produk ini terbuat dari bahan baku yang ekonomis. Proses dari pembuatan produk ini juga cukup sederhana sehingga inovasi ini sangat berpotensi untuk dijadikan suatu UKM (Usaha Kecil Menengah).



Gambar 2. Sistem Kerja LAPAS ROKOK

2. METODE

Bahan-bahan yang digunakan adalah Zn asetat, Isopropanol, Aseton, Lampu, Air deionisasi, Kobalt nitrat, MEA. Peralatan yang digunakan adalah Spektrofotometri UV-Vis, Oven, SEM (Scanning Electron Microscopy), EDS, Peralatan Gelas, Pipet Tetes, Kertas saring Waltzman, Smoker Analyzer.

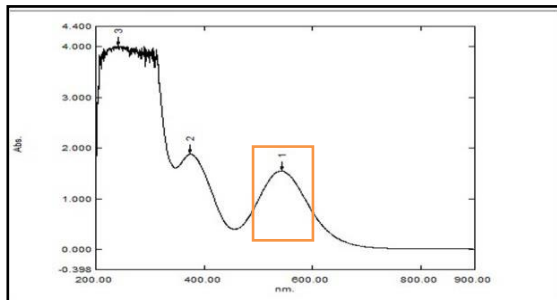
Sintesis nanopartikel ZnO dilakukan dengan metode sol gel yaitu metode pembuatan material berukuran nano secara bottom-up. Keunggulan metode sol gel adalah proses dapat dilakukan pada suhu rendah, mudah untuk dilakukan karena menggunakan bahan-bahan yang mudah didapatkan. Pada sintesis ZnO digunakan prekursor $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sebagai sumber Zn dan isopropanol (IPA: $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$), monoetanolamin (MEA: $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$) dan kobalt nitrat ($\text{CoNO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). 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 kobalt 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 pada lampu,

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Celah Energi dari Materisl ZnO

Tujuan dilakukan analisa ini adalah untuk mengetahui celah energi dari senyawa hasil sintesis yang terbentuk. Dari celah energi dapat dianalisa apakah senyawa ini dapat bekerja pada cahaya tampak(cahaya lampu) atau tidak.

- c. Pada perbesaran SEM 30.000x menunjukkan bahwa material terlapis dengan ukuran hampir sama yaitu rata-rata 40nm.



Gambar 6. Hasil Pengujian Spektrofotometri UV-VIS

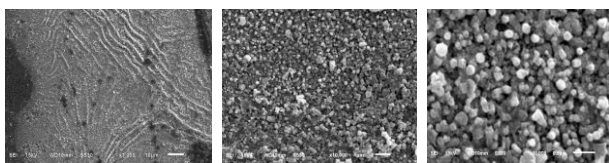
Dari grafik terlihat bahwa terbentuk puncak pada range cahaya tampak yaitu 542.50 nm. Jika dikonversi dengan persamaan max planck:

Eg:
$$\frac{h \cdot c}{\lambda}$$

Didapatkan bandgap Nanopartikel ZnO terdoping Co sebesar 2,28 eV. Hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa ZnO terdoping Co yang terlapis dapat bekerja pada cahaya tampak dengan efisiensi pemanfaatan cahaya tampak sebesar 47,33%.

Analisis Morfologi Kristal

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



Gambar 7.a

Gambar 7.b

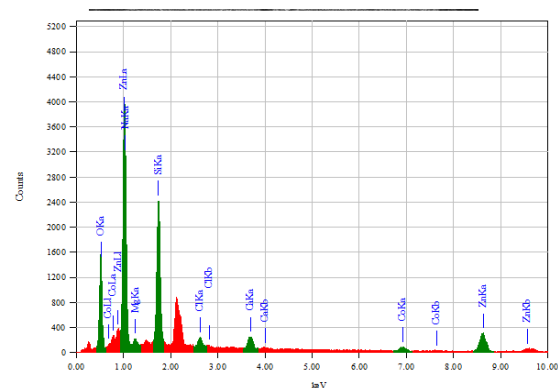
Gambar 7.c

Berdasarkan hasil SEM (Scanning Electron Microscopy) diatas dapat disimpulkan bahwa:

- Pada perbesaran SEM 1.000x terlihat bahwa material terlapis secara bagus dan merata.
- Pada perbesaran SEM 10.000x terlihat bahwa nanopartikel ZnO doping Co berbentuk kristal bulat, terlapis secara kuat, rapat/merata.

Analisa Komposisi Material yang Terlapis

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



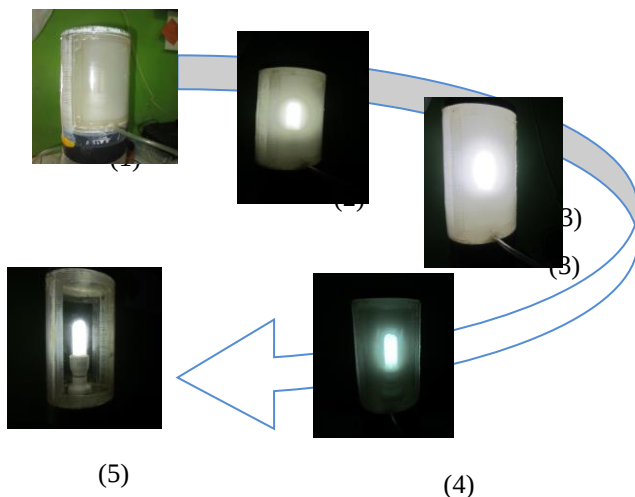
Element	(keV)	Mass%	Error%	Mol%	Compound	Mass%	Cation	K
O		31.70						
Na K	1.041	2.47	0.26	3.69	Na2O	3.33	1.30	2.2532
Mg K	1.253	0.79	0.25	2.23	MgO	1.31	0.39	0.6090
Si K	1.739	15.97	0.29	39.12	SiO2	34.16	6.89	19.4994
Cl K	2.621	1.44	0.14	2.79	Cl	1.44	0.00	2.3406
Ca K	3.690	2.50	0.31	4.29	CaO	3.50	0.76	4.7071
Co K	6.924	3.26	0.98	3.81	CoO	4.15	0.67	5.5852
Zn K	8.630	41.88	2.72	44.07	ZnO	52.12	7.76	65.0054
Total		100.00		100.00		100.00	17.76	

Gambar 8. Hasil Pengujian EDS (Energy Dispersed Spectroscopy)

Dari hasil pengujian EDS dapat diketahui komposisi yang ada pada lapisan lampu. Mulai dari material kaca lampu dan senyawa yang terlapis pada kaca lampu. Dari data EDS terlihat bahwa sudah terlapis senyawa ZnO:Co dengan kandungan senyawa ZnO yaitu sebesar 52.12% dan Co sebesar 4,15%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa senyawa ZnO:Co terlapis secara sempurna.

Analisis Daya Degradasi Asap ROKOK

Analisa secara kualitatif dengan menggunakan reaktor tertutup berbentuk tabung dengan volume. Dari analisis kualitatif dapat terlihat LAPAS ROKOK dapat mendegradasi asap rokok secara simultan. Proses degradasi fotokatalis diawali dengan fotoeksitasi yaitu cahaya yang mengenai nanopartikel ZnO akan mengeksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi sekaligus menghasilkan hole pada pita valensi.

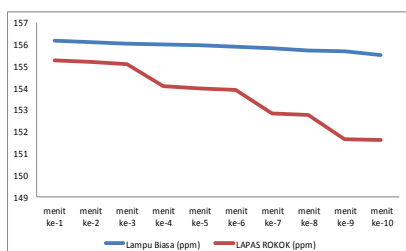


Keterangan: gambar (1), reaktor diisi asap sampai pekat dengan dari 3 batang rokok, gambar (2), LAPAS ROKOK dinyalakan $t=1$ menit, gambar (3), LAPAS ROKOK telah dinyalakan selama 10 menit, gambar (4), LAPAS ROKOK telah dinyalakan selama 15 menit, gambar (5), LAPAS ROKOK telah dinyalakan selama 20 menit.

Energi yang dihasilkan dari elektron yang tereksitasi ini menyebabkan elektron berada pada pita konduksi dan menghasilkan pasangan elektron bermuatan negatif dan hole positif. Setelah itu, nanopartikel ZnO berubah menjadi senyawa super oksida yang melepaskan *active oxygen spesies* (O_2 radikal dan OH radikal), senyawa tersebutlah yang akan mendegradasi senyawa asap rokok menjadi senyawa CO_2 dan H_2O melalui mekanisme fotokatalitik.

Analisis Daya Degradasi CO (karbon monoksida) dalam Asap Rokok

Tujuan dilakukan analisis CO dengan instrumen CO NDIR (Non-Dispersive Infra-Red) adalah untuk mengetahui kandungan CO dalam asap rokok dan mengetahui daya degradasi LAPAS ROKOK terhadap senyawa berbahaya CO (karbon monoksida)



Gambar 9. Hasil Pengujian CO NDIR (Non-Dispersive Infra-Red)

Waktu	Lampu Biasa (ppm)	LAPAS ROKOK (ppm)
menit ke-1	156,17	155,28
menit ke-2	156,11	155,18
menit ke-3	156,05	155,09
menit ke-4	156,01	154,09
menit ke-5	155,95	153,97
menit ke-6	155,89	153,91
menit ke-7	155,84	152,81
menit ke-8	155,73	152,75
menit ke-9	155,67	151,64
menit ke-10	155,51	151,59

Catatan: Kandungan CO dinyatakan dalam ppm

Dari hasil analisis CO dengan instrumen CO NDIR (Non-Dispersive Infra-Red) menunjukkan bahwa lampu biasa (grafik warna biru) dari menit ke-1 (156,17 ppm) sampai menit ke-10 (155,51 ppm) mengalami penurunan kadar CO sebesar 0,66 ppm, sedangkan LAPAS ROKOK (grafik warna merah) dari menit ke-1 (155,28) sampai menit ke-10 (151,59) mengalami penurunan CO sebesar 3,69 ppm, Artinya LAPAS ROKOK dapat mendegradasi senyawa CO sebesar $7,93 \times 10^{19}$ partikel

4. KESIMPULAN

Tercipta LAPAS ROKOK (Lampu Penghilang Asap Rokok) berbasis fotokatalitik nanopartikel ZnO yang bekerja pada cahaya tampak dan mampu menghilangkan polutan asap rokok, menurunkan senyawa berbahaya CO sebesar 3,69 atau sebesar $7,93 \times 10^{19}$ partikel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulus- tulusnya kepada bapak Nor Basid Adiwibawa P, S.Si., M.Sc. selaku pembimbing pada penelitian ini, dan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI) selaku pemberi dana untuk penelitian ini dalam Program Kreativitas Mahasiswa bidang Penelitian (PKM-P) 2013

5. REFERENSI

- Anonim, 2009, *10 Negara dengan Jumlah Perokok Terbesar di Dunia*, <http://nusantaranews.wordpress.com/2009/05/31/10-negara-jumlah-perokok-terbesar-di-dunia/>, Diakses: 27 Oktober 2012 at 20.00
- Anonim, 2010, *Menyulap Sampah Kaca Menjadi Bisnis Daur Ulang*, <http://bisnisukm.com/sulap-sampah-kaca-menjadi-bisnis-daur-ulang.html>, Diakses: 27 Oktober 2012 at 20.30
- Bayuwati, Dwi, 2007, *Pengembangan Sistem "Ultrasonic Spray Nozzle" Untuk Proses Pelapisan Tipis*, Pusat Penelitian Fisika, LIPI
- 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
- 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
- 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
- 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