

**LAPORAN
PENELITIAN TERAPAN
(Non Pendidikan)**

**PENGUNAAN ZNO/AL₂O₃ DAN KITOSAN-
ZNO/AL₂O₃ SEBAGAI KATALIS KONVERTER
UNTUK MENURUNKAN EMISI GAS BUANG CO**



UNESA
Universitas Negeri Surabaya

Oleh:

Dina Kartika Maharani, S.Si., M.Sc.

Dr. Pirim Setiarso, M.Si.

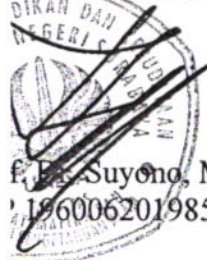
**Dilaksanakan dengan Dana DIPA Universitas Negeri Surabaya
Berdasar Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Surabaya
Nomor: 161/UN38/HK/PL/2012 tanggal 17 April 2012**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
2012**

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN TERAPAN DIPLOMA UNESA**

- | | |
|--|--|
| 1. Judul Penelitian | : Penggunaan ZnO/Al ₂ O ₃ dan Kitosan-ZnO/Al ₂ O ₃ Sebagai Katalis Konverter Untuk Menurunkan Emisi Gas Buang CO |
| 2. a. Kategori Penelitian | : Pengembangan institusi/kelembagaan |
| b. Bidang Ilmu | : MIPA/Farmasi |
| 3. Ketua Peneliti | |
| a. Nama Lengkap dan Gelar Akademik | : Dina Kartika Maharani, S.Si., M.Sc |
| b. Jenis Kelamin | : Perempuan |
| c. NIP | : 198206062005012003 |
| d. Golongan/Pangkat | : IIIc/ Penata |
| e. Jabatan Fungsional | : Lektor |
| f. Fakultas/Jurusan | : MIPA/ Kimia |
| g. Alamat Kantor | : Kampus Unesa Ketintang |
| h. Telp/Fax/Email Kantor | : 0318296073 |
| i. Alamat Rumah | : Jl. Manukan Tengah V Blok 6C No. 2 |
| j. Telp/HP/Fax/Email Rumah | : 08174140131 |
| 4. Jumlah Anggota Peneliti | |
| a. Nama Anggota Peneliti 1 | : Dr. Pirim Setiarso, M.Si |
| b. Nama Anggota Peneliti 2 | : - |
| 5. Jumlah Mahasiswa (Pembantu Peneliti) | |
| a. Nama Mahasiswa 1 | : Irfania Zahro |
| b. Nama Mahasiswa 2 | : Labibur Rahman |
| 6. Nama Supervisor Penelitian (Jika Ada) | : |
| 7. Lokasi Penelitian | : Laboratorium Kimia Anorganik |
| 8. Jangka Waktu Penelitian | : 8 Bulan |
| 9. Biaya Penelitian | : Rp. 5.000.000,00 |

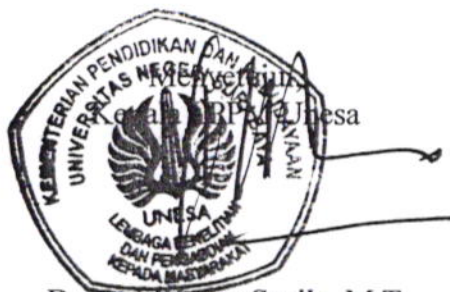
Mengetahui,
Dekan Fakultas MIPA



Dr. H. Suyono, M.Pd
NIP 196006201985031003

Surabaya, 8 November 2012
Ketua Peneliti

Dina Kartika M, S.Si., M.Sc
NIP 198206062005012003



Dr. Ir. I Wayan Susila, M.T
NIP 195312151980021002

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan penelitian yang berjudul:

Penggunaan $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ Sebagai Katalis Konverter
Untuk Menurunkan Emisi Gas Buang CO

Yang dilaksanakan oleh:

1. Dina Kartika Maharani, S.Si., M.Sc.
2. Dr. Pirim Setiarso, M.Si.

Diseminarkan pada tanggal 2 November 2012 di Ruang RK-1 Jurusan Fisika
FMIPA UNESA dan hasilnya dapat diterima.



Dr. H. I Wayan Susila, M.T.

NIP 195312151980021002

PENGUNAAN $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ DAN KITOSAN $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ SEBAGAI KATALIS KONVERTER UNTUK MENURUNKAN EMISI GAS BUANG CO

(Dina Kartika Maharani, Pirim Setiarso, 2012, 38 hal)

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan katalis $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan katalis Kitosan $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ sebagai salah satu katalis yang dapat digunakan untuk mengkonversi gas buang CO. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan katalis $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$, mengetahui karakteristik $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ yang dihasilkan, dan mengetahui kemampuan katalis $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ sebagai katalis konverter gas CO berdasarkan kajian karakterisasinya. Karakterisasi katalis $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ meliputi karakterisasi kristalinitas dengan XRD, gugus fungsi dengan spektrofotometer FT-IR dan luas permukaan serta ukuran pori dengan BET. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Karakteristik katalis $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ yaitu memiliki kristalinitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis Kitosan $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$. Penurunan kristalinitas pada katalis Kitosan $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ juga berkaitan dengan meningkatnya jumlah gugus hidroksi pada katalis Kitosan $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ yang merupakan sisi aktif dari katalis. Hasil tersebut sejalan dengan hasil analisis gugus fungsi katalis dimana Kitosan $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ memiliki intensitas serapan gugus OH yang lebih banyak, yang berarti bahwa ketersediaan gugus OH yang merupakan sisi aktif karena bertindak sebagai asam lewis untuk mengikat substrat gas CO juga lebih banyak. Hasil analisis luas permukaan katalis dan ukuran pori didapatkan hasil luas permukaan dan ukuran pori katalis Kitosan $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ lebih tinggi dibandingkan katalis $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$. Berdasarkan hasil kajian terhadap karakteristik katalis Kitosan $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan katalis $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$, secara teoritis didapatkan bahwa kemampuan katalis Kitosan $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ untuk menurunkan emisi gas buang CO lebih efektif dibandingkan katalis $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$.

Kata Kunci : Katalis konverter, Kitosan, ZnO , Al_2O_3 , Gas CO

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan laporan akhir penelitian yang berjudul “Penggunaan $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ Sebagai Katalis Konverter Untuk Menurunkan Emisi Gas Buang CO”.

Penelitian ini memperoleh dana dari DIPA Unesa melalui program Penelitian Terapan Tahun 2012. Penelitian ini telah menghasilkan informasi tentang karakteristik katalis konverter $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$. Untuk itu, kami mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu kelancaran dan kesuksesan penelitian ini yaitu Rektor Unesa, Ketua Lembaga Penelitian Unesa, Dekan FMIPA Unesa, Kepala Laboratorium Kimia Unesa, Kepala Sub Laboratorium Kimia Anorganik Unesa, Pimpinan dan Staf Jurusan Kimia Unesa, para Laboran dan mahasiswa kimia Unesa yang telah membantu peneliti, sehingga terwujud Laporan Penelitian ini.

Akhirnya, kami ucapkan terimakasih atas kesempatan yang diberikan kepada penulis. Saran dan masukan dalam penelitian ini sangat berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa mendatang. Semoga laporan penelitian ini bermanfaat.

Surabaya, 8 November 2012

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	19
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	37

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1	Aplikasi Kitosan	13
Tabel 2	Perbandingan intensitas puncak-puncak karakteristik ZnO dan Al ₂ O ₃	25
Tabel 3	Perbandingan serapan vibrasi gugus fungsi pada Kitosan-ZnO /Al ₂ O ₃ dan ZnO /Al ₂ O ₃	28
Tabel 4	Hasil Analisis BET Kitosan ZnO/Al ₂ O ₃ dan ZnO/Al ₂ O ₃	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Kitosan	11
Gambar 4.1	Difraktogram katalis ZnO/Al ₂ O ₃	23
Gambar 4.2	Difraktogram katalis Kitosan ZnO/Al ₂ O ₃	23
Gambar 4.3	Model interaksi Kitosan dengan ZnO/Al ₂ O ₃	24
Gambar 4.4	Spektra FT-IR katalis ZnO/Al ₂ O ₃	26
Gambar 4.5	Spektra FT-IR Kitosan ZnO/Al ₂ O ₃	26

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1	Kitosan Serbuk	37
Lampiran 2	Pembuatan larutan Kitosan.....	37
Lampiran 3	Serbuk Alumina.....	38
Lampiran 4	Impregnasi Alumina dalam larutan ZnCl_2	38

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan peradaban yang disertai dengan majunya teknologi dan industri telah menimbulkan dampak besar bagi kehidupan manusia. Salah satu perkembangan industri yang sangat pesat adalah industri kendaraan bermotor atau otomotif. Berdasarkan data Direktorat Lalu Lintas Polda Jatim, jumlah kendaraan sepeda motor di Surabaya pada tahun 2005 telah mencapai angka hampir dari satu juta unit. Angka tersebut semakin bertambah dari tahun ke tahun seiring dengan kebutuhan manusia akan kendaraan bermotor yang semakin meningkat. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor tersebut telah menyebabkan persoalan serius dalam hal peningkatan pencemaran udara yaitu meningkatnya emisi gas buang dari kendaraan bermotor seperti gas karbon monoksida atau CO. Diperkirakan 70% polusi udara di kota-kota besar disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor. Gas buang kendaraan bermotor menghasilkan 60% karbon monoksida (CO), 15% hidrokarbon (HC) dan sisanya terdiri dari oksida nitrogen (NO_x), sulfur oksida (SO_x) dan partikulat (Anonim, 2012). Emisi gas buang tersebut secara signifikan akan berdampak pada terjadinya pemanasan global (*global warming*). Jumlah gas CO maupun gas CO₂ yang melebihi daya dukung lingkungan telah menimbulkan efek rumah kaca yang terus memicu meningkatnya pemanasan global. Tanda-tanda gangguan ekosistem akibat pemanasan global saat ini dirasakan dengan semakin memanasnya suhu permukaan bumi dan mencairnya es di Kutub Utara.

Antisipasi teknologi dalam mengurangi emisi gas buang pada kendaraan bermotor adalah dengan memasang *catalytic converter* yang berisikan katalis pengkonversi gas buang pada saluran pembuangan gas kendaraan bermotor (Rahmatia, 2008). Katalis tersebut berfungsi untuk mempercepat proses reaksi oksidasi gas karbon monoksida atau CO menjadi gas karbon dioksida atau CO₂ (King, 1982). Oleh karena itu pengembangan penelitian tentang pembuatan katalis pengkonversi gas buang untuk mengurangi emisi gas buang di lingkungan menjadi hal yang penting untuk dilakukan.

Katalis yang umum digunakan pada sistem *catalytic converter* adalah katalis jenis padatan seperti oksida logam, logam mulia, padatan berpori dan alloy. Logam-logam mulia seperti Pt, Pd, Ru, Rh mempunyai aktifitas spesifik yang tinggi, namun memiliki tingkat volatilitas besar, mudah teroksidasi dan mudah rusak pada suhu 500 – 900 °C sehingga dapat mengurangi aktivitas katalis. Selain itu, logam-logam mulia tersebut mempunyai kelimpahan yang rendah dan harga yang cukup mahal (Rosyidah, 1998). Oksida logam Cr, Cu, Ni, Zn lebih banyak digunakan sebagai katalis karena lebih murah dan kelimpahannya besar di alam, walaupun aktivitasnya lebih rendah dibanding logam mulia (Dowden, 1997). Penggunaan katalis oksida logam untuk mengkonversi gas buang kendaraan bermotor banyak dimodifikasi dengan bahan lain seperti padatan pendukung atau padatan lain untuk meningkatkan aktivitas katalitiknya.

Katalis oksida ZnO diketahui dapat berfungsi sebagai katalis pengkonversi gas buang karena oksida logam transisi memiliki energi permukaan yang lebih rendah sehingga reaksi oksidasi akan berjalan lebih efektif serta bersifat nontoksik. Penelitian Xu tahun 2000 melaporkan aktivitas katalitik CuO-ZnO/Al₂O₃ sebesar 94,8%. Modifikasi atau pencampuran oksida logam juga dilaporkan dapat

meningkatkan aktivitas katalis. Kitosan yang merupakan polimer berpori juga dilaporkan memiliki kemampuan untuk menyerap gas-gas buang melalui interaksi dengan gugus-gugusnya. Katalis kitosan-zeolit dilaporkan memiliki kemampuan untuk mengkonversi gas hidrokarbon dan CO (Rahmatia, 2008). Penggunaan Kitosan sebagai katalis sangat potensial untuk dikembangkan dalam rangka pemanfaatan sumber daya alam dan penanggulangan limbah. Kitosan sebagai bahan katalis dibuat dengan memanfaatkan limbah cangkang kepiting. Katalis yang dibuat akan dikarakterisasi kristalinitas, gugus fungsi, luas permukaan serta ukuran porinya dan kemampuannya untuk menurunkan emisi gas buang CO dikaji melalui analisis terhadap karakteristik kristalinitas, gugus fungsi, luas permukaan serta ukuran porinya. Oleh karena itu dalam usulan penelitian ini akan diusulkan “Penggunaan $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ sebagai katalis konverter untuk mengurangi emisi gas buang CO.

B. Perumusan Masalah/Fokus Penelitian

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ yang dihasilkan dalam penelitian ini?
2. Bagaimana kemampuan katalis $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ sebagai katalis konverter gas CO berdasarkan kajian karakteristiknya?

C. Tujuan penelitian

1. Mengetahui karakteristik $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ yang dihasilkan.
2. Mengetahui kemampuan katalis $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ sebagai katalis konverter gas CO berdasarkan kajian karakteristiknya

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

- a. Dapat digunakan sebagai kajian teoritis tentang kemampuan adsorpsi desorpsi katalis $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ sebagai dasar untuk mengetahui aktivitas katalis dalam menurunkan kadar gas buang CO.
- b. Dapat digunakan untuk mengetahui karakterisasi katalis $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ yang diperoleh dengan menerapkan teknologi yang tepat guna.

2. Manfaat Praktis

- a. Dapat digunakan sebagai solusi terhadap pencemaran udara yang berasal dari kendaraan bermotor untuk menunjang Program Langit Biru yang telah dicanangkan pemerintah.
- b. Dapat memanfaatkan katalis oksida logam transisi yang murah, mudah dikerjakan, dan banyak tersedia di pasar untuk keperluan pembuatan *catalytic converter* lokal.
- c. Pemanfaatan biopolimer kitosan dari limbah cangkang hewan laut jenis *Crustacea* dalam penelitian ini juga merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan daya guna sumber alam lokal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Tentang Pencemaran Udara

Polusi udara dapat dirasakan semakin hari kian meningkat terutama di daerah yang kepadatan lalu-lintasnya cukup tinggi serta di lokasi industri padat yang kurang memperhatikan dampak lingkungan. Pencemaran udara yang terjadi di kota-kota besar telah menyebabkan menurunnya kualitas udara sehingga mengganggu kenyamanan, bahkan telah menyebabkan terjadinya gangguan terhadap kesehatan. Menurunnya kualitas udara tersebut terutama disebabkan oleh penggunaan bahan bakar fosil untuk sarana transportasi dan industri yang umumnya terpusat di kota-kota besar. Proses pembakaran fosil tersebut sepenuhnya tidaklah sempurna, sehingga gas hasil buangannya mengandung gas-gas yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Selain itu, efek rumah kaca juga menjadi penyebab utama atas meningkatnya pencemaran udara, sehingga memicu terjadinya “global warming”, yaitu meningkatnya suhu permukaan bumi akibat adanya pencemaran di berbagai lingkungan, salah satunya pencemaran udara yang disebabkan oleh meningkatnya produksi polusi udara dari hasil pembakaran bahan bakar fosil (Pramudya, 2001).

B. Sumber-Sumber Pencemaran Udara

Secara umum, terdapat 2 sumber pencemaran udara, yaitu pencemaran akibat sumber alamiah (*natural sources*) seperti letusan gunung berapi, dan yang berasal dari kegiatan manusia (*antropogenic sources*), seperti yang berasal dari transportasi , emisi pabrik, dan lain-lain. Di dunia, dikenal 6 jenis zat pencemar udara utama yang berasal dari kegiatan manusia (*anthropogenic sources*) yaitu : karbon monoksida(CO), Oksida

Sulfur (SO_x), Oksida nitrogen (NO_x), Partikulat, Hidrokarbon (HC), dan Oksida fotokimia, termasuk ozon. Sumber-sumber pencemaran udara yang berasal dari transportasi didominasi oleh gas karbon monoksida selain oleh gas-gas buang yang lain. Kontribusi gas-gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor terlihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Sumber-sumber Polusi Udara

Sumber	Polusi (dalam juta ton per tahun)					
	CO	Part	SO _x	HC	NO _x	Total
Transportasi	69,1	1,4	0,9	7,8	9,1	88,3
Pembakaran bahan bakar	2,1	1,4	19,0	0,2	10,6	33,3
Proses industri	5,8	3,7	3,8	10,8	0,7	24,8
Pembuangan limbah padat	2,2	0,4	0,0	0,6	0,1	3,3
Lain-lain	6,2	0,9	0,0	2,4	0,2	9,7
Total	85,4	7,8	23,7	21,8	20,7	159,4

(Sumber : Irawan, 2006)

C. Bahaya Gas Karbon Monoksida

Karbon Monoksida yang dihasilkan dari proses bahan bakar yang tidak sempurna, karbon monoksida umumnya tidak berwarna, tidak berbau, tidak mudah larut dalam air, tidak menyebabkan iritasi, beracun, dan berbahaya. Kendaraan bermotor merupakan sumber polutan karbon monoksida yang utama, itulah mengapa di kota yang padat lalu lintasnya terdapat banyak sekali gas karbon monoksida. Karbon monoksida ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernafasan dan diabsorpsi di dalam peredaran darah. Karbon monoksida akan berkaitan dengan haemoglobin yang berfungsi untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Apabila karbon monoksida terhisap ke dalam paru-paru, dengan sendirinya akan ikut peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini dapat terjadi karena gas karbon monoksida bersifat racun metabolisme, ikut bereaksi secara metabolisme dengan darah.

D. Katalis

Katalis merupakan suatu zat yang mempengaruhi kecepatan reaksi tetapi tidak dikonsumsi dalam reaksi dan tidak mempengaruhi kesetimbangan kimia pada akhir reaksi. Seiring dengan berjalannya waktu, perubahan dapat terjadi pada katalis yaitu disebut dengan deaktivasi. Reaksi-reaksi katalisis dapat bersifat homogen yaitu reaksi yang fasa antara katalis dan reaktannya sama. Selain itu reaksi dapat bersifat heterogen, yaitu reaksi katalisis yang fasa antara katalis dan reaktannya tidak sama, misalnya katalis padatan dengan reaktannya cair atau gas (Green, 1997). Katalis jenis padatan digunakan secara luas karena lebih murah, mudah dipisahkan dari reaksi serta tahan lama. Jenis-jenis katalis bentuk padatan dapat berupa garam dari asam kuat, oksida logam, logam atau alloy, dan senyawa organologam (Green, 1997).

Di dunia industri katalis telah digunakan secara luas, terutama pada industri kimia. Akhir-akhir ini katalis juga digunakan untuk menangani masalah polusi udara, termasuk untuk mengurangi emisi gas hidro karbon pada kendaraan bermotor motor bensin. Bahan-bahan yang dapat digunakan sebagai katalis adalah menggunakan logam-logam mulia antara lain platinum, rhodium, dan palladium. Namun karena jumlahnya terbatas dan harganya mahal maka dibatasi pemakaiannya.

Pada penelitian terdahulu telah dilakukan pengujian dengan menggunakan logam Tembaga (Cu) berupa kawat email yang dibentuk menjadi lilitan yang dipasang pada knalpot sepeda motor dua tak. Katalis Cu ini mampu mereduksi emisi gas karbon monoksida (CO) sampai 5,78 %. Dengan semakin banyaknya jumlah lilitan Cu terdapat kecenderungan penurunan kadar CO (Aryanto, 2000). Logam tembaga dan kuningan untuk katalis juga telah dipakai pada kendaraan

roda empat yang menghasilkan penurunan emisi gas buang Karbon monoksida cukup signifikan untuk tiap variasi putaran mesin dan variasi jumlah sel katalis. Oleh sebab itu dari hasil penelitian tersebut maka dikembangkan penelitian dengan menggunakan logam Kuningan sebagai katalis untuk mereduksi emisi gas Hidro Karbon yang akan diujikan pada kendaraan bermotor roda empat motor bensin.

E. Metode Pembuatan Katalis

Proses pembuatan katalis memerlukan teknik khusus karena ada bahaya peracunan oleh sejumlah kecil pengotor. Pembuatan bahan aktif katalis dilakukan dengan memperhatikan bentuk struktur yang sesuai dengan aktivitasnya. Bentuk-bentuk katalis dibuat dalam bentuk granul, bubuk, pelet, silinder, cincin maupun bulatan. Metode-metode pembuatan katalis diantaranya :

1. Impregnasi
2. Presipitasi
3. Kopresipitasi
4. Pencampuran basah
5. Spraying dan Sprinkling
6. Electroplating (Walas, 1959)

Impregnasi merupakan teknik pembuatan katalis dimana komponen aktif ditempatkan pada pendukung aktif maupun tidak aktif. Teknik yang sederhana ini meliputi :

1. Pengosongan pori pendukung
2. Pengontakan pendukung dengan larutan yang mengandung garam terlarut
3. Pengeringan

4. Kalsinasi dan aktivasi

Waktu dan temperatur kalsinasi biasanya dikontrol dalam pembuatan katalis dengan metode ini (Othmer, 1997). Metode impregnasi memiliki kelebihan dibandingkan metode pembuatan katalis yang lain. Kebaikan dari metode ini terletak pada pemisahan antara fasa aktif katalis dan fasa pendukung. Adanya interaksi antara pendukung dengan komponen larutan impregnasi inilah yang membuat metode ini sederhana dan mudah.

F. Oksida Logam

Jenis oksida logam transisi $MxOy$ memiliki kemampuan untuk proses absorpsi kimia. Kehadiran elektron d pada pita valensi M^{n+} pada oksida logam seperti ZnO menjadi bukti yang sangat penting bahwa oksida logam sangat aktif untuk proses konversi. Kemampuan untuk absorpsi kimia secara disosiasi merupakan ciri penting dari oksida logam ini, yaitu adanya polarisasi elektron yang dapat dihasilkan dari adsorpsi dua spesies molekuler melalui dua sisi yang berbeda. Ciri lain adalah kemampuannya untuk mengkatalisis reaksi nonstoikiometri. Karakteristik-karakteristik tersebut dapat menghasilkan sisi aktif untuk absorpsi spesies melalui atom oksigen pada permukaan katalis (Campbell, 1983).

Kebanyakan logam transisi dan senyawanya seperti oksida banyak digunakan sebagai katalis karena memiliki tingkat oksidasi yang bervariasi pada ion logamnya. Hal ini mengakibatkan oksida logam mampu membentuk produk intermediet dengan berbagai reaktan. Oksida logam juga mampu membentuk senyawa antara yang dapat mengabsorpsi dan mengaktifkan spesies yang bereaksi (Prakash's, 1997). Oksida logam juga memiliki kelebihan antara lain kelimpahan

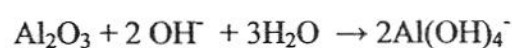
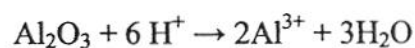
di alam besar, murah, volatilitasnya rendah serta waktu aktif sebagai katalis lama (Rosyidah, 1998).

Oksida logam seperti CuO, Cr₂O₃, NiO, ZnO membutuhkan padatan pendukung atau support untuk meningkatkan luas permukaannya sebagai katalis. Luas permukaan aktif katalis yang semakin tinggi akan meningkatkan jumlah produk yang dikatalisis. Oksida Alumina (Al₂O₃) banyak digunakan sebagai material pendukung katalis karena tidak mahal, stabil pada temperatur tinggi, stabil secara mekanik, mudah dibentuk dan luas permukaannya tinggi (Gates, 1992).

G. Alumina

Senyawa alumina bersifat polimorfi yaitu material yang memiliki komposisi kimia yang sama tetapi memiliki struktur berbeda yaitu α -Al₂O₃ dan γ -Al₂O₃. Bentuk struktur lain seperti β -Al₂O₃ merupakan aluminium yang tidak murni yang merupakan paduan antara Al₂O₃-Na₂O. Fasa alpha (α -Al₂O₃) merupakan fasa paling stabil pada alumina, terutama pada suhu tinggi (Anonim, 2005).

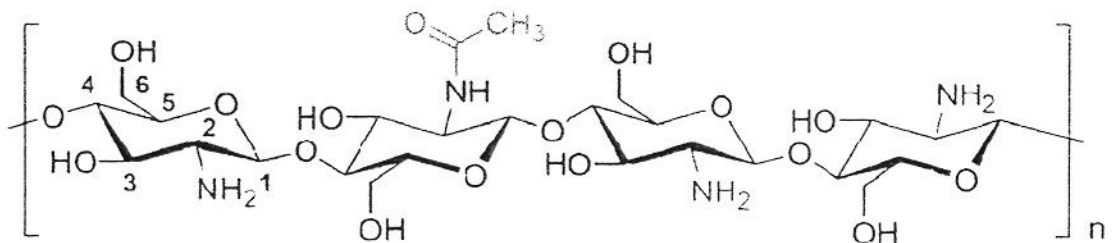
Aluminium oksida (Al₂O₃) atau alumina biasanya berupa kristal ion, tetapi ion oksida (O²⁻) dipolarisasi oleh ion aluminium sehingga sebagian ikatannya bersifat kovalen. Aluminium oksida meleleh pada 2035⁰C. Zat ini tidak larut dalam air, stabil dan keras. Aluminium oksida bersifat amfoter. Zat ini melarut dengan lambat dalam asam encer maupun basa encer.



Sifat alumina yang amfoter dapat cepat terlarut dengan Asam oksalat yang sedikit pekat dan membentuk kompleks cincin alumina(III) oksalat yang tidak kristal (Darjito, 2008).

H. Kitosan

Kitosan merupakan polimer alam polikationik dengan densitas yang sangat tinggi dalam larutan dan membawa muatan positif pada rentang pH di bawah 6,5. Sifat kationik ini menyebabkan kitosan dapat berinteraksi dengan berbagai material bermuatan negatif (Sandford, 1990). Keuntungan lain penggunaan kitosan sebagai bahan antibakteri adalah jumlah kitosan yang sangat melimpah di alam, yang salah satunya dapat diperoleh dari limbah cangkang udang dan kepiting (*crustacean*) yang banyak dihasilkan dari sektor industri makanan.



Gambar 1. Struktur Kitosan

Kitosan banyak digunakan oleh berbagai industri antara lain industri farmasi, kesehatan, biokimia, bioteknologi, pangan, pengolahan limbah, kosmetik, agroindustri, industri tekstil, industri perkayuan, industri kertas dan industri elektronika. Aplikasi khusus berdasarkan sifat yang dimilikinya antara lain untuk pengolahan limbah cair terutama sebagai bahan yang bersifat resin penukar ion untuk minimalisasi logam-

logam berat, mengkoagulasi minyak/lemak, serta mengurangi kekeruhan, penstabil minyak, rasa dan lemak dalam produk industri pangan (Rismana, 2004).

Tabel 1. Aplikasi Kitosan

NO	Bidang Aplikasi	Fungsi
1	Pengolahan limbah	- Bahan koagulasi/flokulasi untuk limbah cair - Penghilangan ion-ion metal dari limbah cair
2	Pertanian	- Dapat menurunkan kadar asam sayur, buah dan ekstrak kopi - Sebagai pupuk
3	Industri tekstil	- Bahan antimicrobial - Serat tekstil - Meningkatkan ketahanan warna
4	Bioteknologi	- Bahan-bahan immobilisasi enzim
5	Klarifikasi/penjernihan: - Limbah industri pangan - Industri sari buah - Pengolahan minuman beralkohol - Penjernihan air minum - Penjernihan kolam renang	- Koagulasi/flokulasi - Flokulan pektin/protein - Flokulan protein/mikroba - Koagulasi - Flokulan mikroba - Pembentuk kompleks
6		- Pembentuk kompleks
7	- Penjernihan zat warna	- Bahan untuk rambut dan kulit
8	- Penjernihan tanin Kosmetik Biomedis	- Mempercepat penyembuhan luka - Menurunkan kadar kolesterol

Kitosan mempunyai kemampuan untuk mengadsorpsi logam dan membentuk kompleks kitosan dengan logam. Kitosan juga dapat digunakan untuk mengolah limbah, seperti pengolahan limbah dari industri koagulasi karet dan untuk memisahkan protein dari limbah dan padatan dimanfaatkan sebagai sumber protein dalam makanan ternak.

I. Komposit Kitosan sebagai Katalis

Nanokomposit khususnya nanokomposit organik-anorganik telah banyak dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir karena nanokomposit tersebut memiliki kinerja yang lebih baik daripada komposit organik atau komposit anorganik sendiri. Nanokomposit organik-anorganik dapat digunakan sebagai bahan plastik, karet, fiber, perekat, pelapisan (*coating*) dan sebagainya untuk meningkatkan sifat mekanik, termal dan optik seperti kekakuan, kelenturan dan sebagainya (He *et al.*, 2002). Tan *et al.* (2005) melaporkan pembuatan komposit kitosan-silika untuk aplikasi biosensor glukosa. Saxena *et al.* (2008) melaporkan bahwa komposit kitosan-silika sebagai membran pemisah protein memiliki stabilitas dimensional dan selektifitas membran yang lebih baik daripada membran kitosan. Hal tersebut dikarenakan adanya gabungan dari kekuatan pengikatan serta stabilitas mekanik dan termal yang baik dari material anorganik serta reaktivitas kimia yang baik dari gugus fungsional pada material organik. Aplikasi komposit kitosan-silika-paladium sebagai katalis hidrogenasi asetofenon juga telah dilaporkan oleh Sun *et al.* pada tahun 2005. Dalam penelitiannya, Sun melaporkan bahwa katalis kitosan-silika-paladium memiliki energi ikat yang lebih tinggi dibandingkan katalis paladium itu sendiri. Mahltig *et al.* (2005) melaporkan tentang penggunaan komposit silika kitosan sebagai pelapis tekstil sehingga menghasilkan tekstil antibakteri yang stabil terhadap pencucian. Penelitian Sun,*et al* (2007) menghasilkan komposit Ag-SiO₂/TiO₂ sebagai agen anti bakteri pada polimer dengan metode sol-gel dengan aktivitas antibakteri yang tinggi mencapai 99%. Katalis campuran Kitosan-Zeolit dilaporkan oleh Rahmatia (2008) memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar Timbal pada emisi gas buang kendaraan bermotor. Gabungan Kitosan dan Zeolit pada katalis memberikan kemampuan

adsorpsi terhadap Timbal yang lebih efektif dibanding katalis zeolit saja. Kemampuan kitosan untuk menyerap gas CO diakibatkan karena gas CO dapat masuk ke dalam pori-pori kitosan dan juga dapat berikatan dengan gugus OH dan NH_2 pada Kitosan (Rahmatia, 2008).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental jenis *one shot case study*.

B. Variabel-variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Variabel-variabel penelitian adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan Katalis

- a. Variabel Bebas : perbandingan komposisi ZnO dan kitosan dengan Al_2O_3 .
- b. Variabel Terikat : karakteristik $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$
- c. Variabel Kontrol : suhu kalsinasi, waktu kalsinasi.

2. Karakterisasi Katalis

- a. Variabel Bebas : perbandingan komposisi ZnO dan kitosan dengan Al_2O_3 .
- b. Variabel Terikat : karakteristik $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$
- c. Variabel Kontrol : suhu kalsinasi, waktu kalsinasi.

3. Definisi Operasional Penelitian:

- a. Katalis Konverter adalah katalis yang dapat digunakan untuk mengkonversi gas buang karbon monoksida.
- b. Kitosan adalah biopolimer hasil hidrolisis kitin yang dibuat dari cangkang kepiting.
- c. $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ adalah material katalis yang dibuat dengan metode impregnasi sebagai katalis konverter.

- d. Emisi gas buang adalah jumlah gas beracun seperti karbon monoksida atau CO yang biasa dihasilkan dari kendaraan bermotor atau industri.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian ini adalah $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ sedangkan sampel penelitian ini adalah sebagian dari $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$.

D. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Anorganik Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya

E. Instrumen Penelitian

1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain yaitu satu set alat refluks, Hot plate stirer, Pengaduk magnet, Cawan porselen, Alat penggerus (mortar), Kaca arloji, Cawan petri, Penjepit stainless steel, Termometer air raksa, Neraca analitis, Blender, Oven, Ayakan 100 mesh (Retsch), Furnace, Fourier Transform Infra-Red Spectrophotometer (FTIR), X-Ray Diffractometer (XRD), alat uji pori dan aktivitas katalis Chem-BET.

2. Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain Kitosan, Asam asetat, NaOH p.a (Merck), HCl p.a (Merck), CH_3COOH p.a (Merck), Etanol p.a (Merck), Etanol teknis, (Merck), AgNO_3 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Al_2O_3 dan Akuades.

F. Prosedur Penelitian

1. Tahap pembuatan ZnO/Al₂O₃

Pembuatan ZnO/Al₂O₃ dilakukan dengan metode impregnasi basah. Larutan ZnCl₂ dibuat dengan konsentrasi 2 M, selanjutnya ditambahkan ke dalam padatan Al₂O₃ sebanyak 7 gram, direndam dan diaduk selama 30 menit. Campuran yang dibentuk selanjutnya didekantasi dan didiamkan selama 24 jam. Endapan yang diperoleh dikeringkan pada suhu 120 °C selama 2 jam kemudian dikalsinasi pada suhu 350 °C selama 5 jam.

2. Tahap pembuatan Kitosan-ZnO/Al₂O₃

Pembuatan katalis Kitosan-ZnO/Al₂O₃ dibuat dengan cara mencampurkan larutan kitosan 2% dengan larutan ZnCl₂ konsentrasi 2 M, selanjutnya diaduk selama 30 menit. Ke dalam larutan campuran selanjutnya ditambahkan ke dalam padatan Al₂O₃ sebanyak 7 gram, direndam dan diaduk selama 30 menit. Campuran yang dibentuk selanjutnya didekantasi dan didiamkan selama 24 jam. Endapan yang diperoleh dikeringkan pada suhu 120 °C selama 2 jam kemudian dikalsinasi pada suhu 150 °C selama 5 jam.

3. Karakterisasi Katalis

Katalis yang dihasilkan dikarakterisasi fisiknya menggunakan analisis XRD untuk mengetahui kristalinitas dan fasa kristal yang terbentuk serta dikarakterisasi ukuran pori dan luas permukaannya dengan metode BET. Kemampuan katalis ditentukan berdasarkan kajian karakteristik kristalinitas dan luas permukaan serta ukuran porinya. Berdasarkan kedua karakteristik

tersebut, selanjutnya akan dibandingkan kemampuan material $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan Kitosan- $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ sebagai katalis untuk menurunkan emisi gas buang CO.

a. Kristalinitas Katalis

Analisis kristalinitas katalis dilakukan dengan analisis difraksi sinar-X menggunakan *X-Ray diffractometer* pada sudut pengukuran $2\theta = 5-50^\circ$ memakai sinar $\text{CuK}\alpha 1$. Sebanyak 0,5 gram sampel serbuk katalis dimasukkan ke dalam holder selanjutnya dimasukkan ke dalam alat *X-Ray Diffractometer*, disinari dengan sinar X dari radiasi sumber sinar $\text{CuK}\alpha$ dan diukur intensitas kristalnya.

b. Luas Permukaan dan Ukuran Pori

Penentuan luas permukaan spesifik dan volume total pori menggunakan alat GSA dengan metode adsorpsi-desorpsi N_2 . Luas permukaan spesifik dan volume total pori didasarkan pada fenomena adsorpsi gas lapis tunggal yang berlangsung pada temperatur konstan. Sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam wadah dan dipanaskan pada temperatur 200°C , dilakukan pengusiran gas menggunakan gas nitrogen selama 45 menit. Kemudian sampel didinginkan dengan nitrogen cair sehingga temperatur sampel mencapai 77 K. Tekanan gas nitrogen diubah sehingga jumlah gas nitrogen yang terkondensasi dapat ditentukan. Dengan diperolehnya data tersebut, maka luas permukaan spesifik dan volume pori dapat ditentukan.