KEMAMPUAN ZEOLITE ALAM
DALAM MENGURANGI BAHAN PENCEMAR
DARI EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR

Oleh
Nursyamsu Mahyuddin

PROGRAM PASCA SARJANA
PROGRAM STUDI ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM
DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2001
RINGKASAN

NURSYAMSU MAHYUDDIN. Kemampuan Zeolite Alam dalam Mengurangi Bahan Pencemar dari Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor (dibawah bimbingan M. Sri Saeni sebagai Ketua dan Astiana Sastiono sebagai anggota).

Sektor transportasi merupakan sumber utama pencemaran udara di kota besar. Di antara bahan pencemar yang dihasilkan adalah timbal (Pb) yang merupakan salah satu logam berat, dan bersifat sangat toksik bagi manusia. Timbal dapat masuk ke tubuh manusia melalui makanan, udara atau langsung melalui kulit. Dengan meletakkan zeolite yang telah diberi perlakuan tertentu pada sistem pengeluaran gas buang kendaraan bermotor, diharapkan emisi bahan pencemar dapat dikurangi.

Pemanfaatan zeolite pada umumnya didasarkan kepada sifat fisik dan kimianya, antara lain yaitu sifat adsorpsi, penukar ion dan sebagai katalis. Dalam penelitian ini, emisi gas buang dilakukan pada unggun zeolite, selanjutnya emisi timbal yang masih tersisa ditangkap dan diukur. Penelitian ini mengembangkan prosedur percobaan dengan cara menangkap sisa emisi timbal dengan cairan, yaitu berupa aquades bebas ion yang ditempatkan dalam rangkaian panjang botol-botol gas washer.

Analisis penentuan kadar Pb dilakukan dengan metode AAS. Sedangkan analisis data dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah uji pengaruh antar medium, yaitu Zo (tanpa medium), P (pasir) dan Zeo (zeolite). Pada tahap kedua dilakukan uji pengaruh dari berbagai jenis medium zeolite yang digunakan, yaitu Z1U1, Z2U1, Z1U2, dan Z2U2.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa zeolite alam asal Nanggung, Bogor, mampu menjerap dan mengurangi emisi Pb dari gas buang kendaraan bermotor. Dalam selang waktu 30 menit, dengan volume zeolite 120 gram, pengurangan emisi rata-rata berkisar antara 1,355 mg atau sebesar 11,13 % (zeolite dengan perlakuan Z1U2) hingga 4,083 mg atau sebesar 33,52 % (zeolite dengan perlakuan Z2U1). Unjuk kerja terbaik ditunjukkan oleh zeolite dengan perlakuan Z2U1. Perlakuan Z2 adalah aktivasi zeolite dengan pemanasan pada 250ºC selama 3 jam, kemudian dilanjutkan dengan perendaman dalam HCl 2 N selama 3 jam, dicuci hingga pH netral dan dipanaskan kembali pada suhu 250ºC selama 3 jam. Sedangkan U1 adalah ukuran diameter butiran zeolite antara 2.0 – 4.0 mm.
KEMAMPUAN ZEOLITE ALAM
DALAM MENGURANGI BAHAN PENCEMAR
DARI EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR

Oleh

Nursyamsu Mahyuddin

Tesis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains
pada
Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor

PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

Bogor
2001
Judul Penelitian : KEMAMPUAN ZEOLITE ALAM DALAM MENGURANGI BAHAN PENCEMAR DARI EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR
Nama Mahasiswa : Nursyamsu Mahyuddin
Nomor Pokok : 97.178
Program Studi : Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan

Menyetujui
Komisi Pembimbing :

[Signature]
Prof. Dr. Ir. M. Sri Saeni, MS
Ketua

Dr. Ir. Astiana Sastiono, MSc.
Anggota

Mengetahui

Ketua Program Studi
Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam
Dan Lingkungan

[Signature]
Prof. Dr. Ir. M. Sri Saeni, MS.

Direktur Program Pasca Sarjana

[Signature]
Prof. Dr. H. Sjafrida Manuwoto, MSc

Tanggal Lulus : 4 Desember 2001
RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada hari Kamis tanggal 16 Mei 1963 di Jakarta, tepat pada pukul 12.00 siang hari. Penulis adalah putra ke empat dari pasangan Abdullah Mahyuddin dan Bai Djuhaeriah. Penulis beristrikan Dr. Ir. Euis Sunarti MSi dan dikaruniai dua orang putri dan dua orang putra, yaitu: Tafidhila Rahmaniah (13 tahun), Aliya Faizah Fitriyah (9 tahun), Maulana Rausyan Fikri (7 tahun) dan Muhammad Fathudzikri Aulia (5 tahun).

KATA PENGANTAR

Zeolite adalah salah satu kekayaan alam Indonesia. Kandungan depositnya sangat besar dan tersebar di berbagai wilayah. Dengan karakteristiknya yang khas, zeolite dapat dimanfaatkan bagi kesejahteraan masyarakat. Satu dari manfaat itu adalah dalam memelihara kualitas lingkungan dengan kemampuannya mengurangi bahan pencemar timbal (Pb) dari emisi gas buang kendaraan bermotor, karena timbal merupakan salah satu logam berat yang bersifat toksik bagi manusia.

Serangkaian percobaan telah dilakukan untuk mempelajari kemampuan zeolite dalam mengurangi emisi timbal dari gas buang kendaraan bermotor yang berbahan bakar bensin. Hasil percobaan tersebut dituangkan dalam tulisan ini. Pada kesempatan ini, izinkan penulis untuk menghaturkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. M. Sri Saeni, MS. sebagai ketua pembimbing dan Dr. Ir Astiana Sastiono, MSc. sebagai anggota pembimbing, yang telah dengan sabar bersedia memberikan bimbingan dan dorongan kepada penulis untuk menyelesaikan studi yang hampir kadaluarsa

2. Istri tercinta Dr. Ir. Euis Sunarti, MSi, yang terus memompaikan semangat di tengah-tengah kesulitan penelitian yang dihadapi penulis, dalam waktu yang sama sambil menyelesaikan pula studi S3-nya. Serta Dhila, Aliya, Fikri dan Fathur yang memberi pengorbanan yang besar karena perolehan perhatian yang berkurang dari Bapa.


4. Papah, almarhum Mamah, kakak-kakak dan adik-adik yang turut membantu doa dan memberi semangat, serta semua pihak yang sulit untuk disebutkan satu persatu.

Semoga semua budi baik yang diberikan mendapat imbalan berlipat ganda dari Allah yang maha pemurah. Dengan segala kekurangannya, semoga tesis ini dapat memberi manfaat bagi kesejahteraan masyarakat Indonesia.

Penulis
DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL .................................................................................. iii

DAFTAR GAMBAR ........................................................................... iv

I. PENDAHULUAN .............................................................................. 1
   1. Latar Belakang ........................................................................ 1
   2. Kerangka Pemikiran .............................................................. 2
   3. Tujuan Penelitian .................................................................. 3
   4. Kegunaan Penelitian .............................................................. 3
   5. Hipotesis .............................................................................. 3

II. TINJAUAN PUSTAKA ................................................................. 4
   1. Emisi Kendaraan Bermotor .................................................... 4
   2. Bahan Pencemar dari Emisi Gas Buang ............................... 6
   3. Karakteristik Bahan Pencemar Timbal ................................. 12
   4. Dampak Timbal pada Manusia ............................................. 13
   5. Zeolite .............................................................................. 15

III. METODE PENELITIAN ............................................................ 20
   1. Penentuan Prosedur Penelitian ........................................... 20
   2. Alat dan Bahan .................................................................... 22
   3. Persiapan Percobaan ........................................................... 24
   4. Perancangan Percobaan ....................................................... 25
   5. Pelaksanaan Percobaan ........................................................ 26
   6. Parameter Percobaan ............................................................ 27
   7. Analisis Laboratorium .......................................................... 28
   8. Analisis Data ..................................................................... 29
   9. Tempat Penelitian ............................................................... 29
   10. Waktu Penelitian .............................................................. 29

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .................................................... 30
   1. Hasil Penelitian ................................................................. 30
   2. Analisis Data ..................................................................... 32
   3. Proses Penjerapan dan Pertukaran ion Pb oleh Zeolite ......... 35
   4. Penangkapan Pb oleh aquades .......................................... 41

V. KESIMPULAN DAN SARAN ...................................................... 43

DAFTAR PUSTAKA ........................................................................... 46

LAMPIRAN ....................................................................................... 49
### DAFTAR TABEL

1. Bobot Pb (mg) pada cairan penangkap setelah melalui medium .................. 31
2. Bobot Pb (mg) pada medium zeolite .................................................. 31
3. Analisis ragam (Anova) uji pengaruh antara medium kosong, zeolite dan pasir serta waktu pada selang kepercayaan 95 % .............................................. 33
4. Analisis ragam (Anova) uji pengaruh ukuran zeolite, cara aktivasi dan waktu kontak pada selang kepercayaan 95 % .............................................. 34
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Botol Gas Washer ......................................................... 21

Gambar 2. Rangkaian Peralatan Percobaan ................................. 24

Gambar 3. Bagian ujung Rangkaian yang dihubungkan dengan flow meter.. 24

Gambar 4. Struktur Rangka Zeolite ............................................. 36

Gambar 5. Struktur Sekunder Zeolite ........................................... 36

Gambar 6. Hasil scanning elektron zeolite clinoptilolite asal Idaho, USA ... 36

Gambar 7. Plot nilai emisi Pb pada kondisi tanpa medium (Zo),
medium pasir sungai (P) dan medium zeolite (ZxUy) ............... 38

Gambar 8. Plot nilai emisi Pb yang teradsorpsi dalam medium zeolite ....... 40
I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Penurunan kualitas udara dari waktu ke waktu menunjukkan kecenderungan yang semakin serius. Beberapa penelitian terhadap kualitas ambien di kota-kota besar di Indonesia menunjukkan kandungan bahan pencemar yang cukup tinggi, bahkan sebagiannya telah melampaui baku mutu. Pencemaran udara, tidak hanya berdampak lokal, tetapi juga dapat berdampak pada skala regional atau bahkan global yang melewati batas-batas antar negara. Terjadinya pencemaran udara sebagian besar ditentukan oleh sektor-sektor yang menggunakan bahan bakar, yaitu sektor transportasi, industri dan rumah tangga, disamping itu terdapat pula sektor lain yang tidak berhubungan dengan pemakaian bahan bakar seperti sampah.

Bentuk bahan pencemar yang masuk ke udara diantaranya adalah berupa debu, sulfur oksida (SO\textsubscript{x}), karbonmonoksida (CO), karbondioksida (CO\textsubscript{2}), nitrogen oksida (NO\textsubscript{x}), metana (CH\textsubscript{4}) dan timbal (Pb). Sektor transportasi memberi sumbangan yang terbesar pada beberapa bahan pencemar di udara. Pencemaran tersebut terutama dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan bermotor yang dibuang ke udara. Di antara bahan pencemar tersebut adalah timbal (Pb) yang merupakan salah satu logam berat, dan bersifat sangat toksik bagi manusia. Timbal dapat masuk ke tubuh manusia melalui makanan, udara atau langsung melalui kulit. Sering dianggap bahwa emisi kendaraan bermesin disel lebih mencemari, padahal sesungguhnya emisi kendaraan berbahan bakar bensin lebih berbahaya karena adanya timbal tersebut.