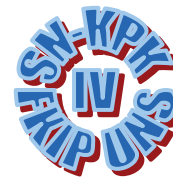


MAKALAH PENDAMPING : PARALEL B



SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA IV
"Peran Riset dan Pembelajaran Kimia dalam Peningkatan Kompetensi
Profesional"
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS
Surakarta, 31 Maret 2012



KARAKTERISASI LIMBAH *FLY ASH* BATUBARA SEBAGAI MATERIAL KONVERSI ADSORBEN DAN UJI KETAHANAN PANAS STRUKTURPADATAN

Nanik Dwi Nurhayati, Bakti Mulyani, Nurma Yunita Indriani¹

¹ Dosen Pendidikan Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta
Jln. Ir. Sutami 36A Surakarta (0271) 642283, Faks (0271) 646655,
Telp (0271) 821585, 081556431053, e-mail nanikdn@uns.ac.id

Abstrak

Konversi limbah *fly ash* batubara menjadi adsorben merupakan salah satu pemanfaatan untuk mengurangi masalah pembuangan limbah *fly ash* yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan penumpukan dan pemanfaatan limbah *fly ash* batubara guna meningkatkan nilai ekonomis serta mengurangi dampak buruk terhadap lingkungannya khususnya industri yang menggunakan batubara di wilayah Surakarta dan sekitarnya telah dilakukan penelitian mengenai konversi limbah *fly ash* batubara menjadi adsorben dan karakteristiknya.

Preparasi sampel limbah *fly ash* batubara hasil pembuangan industri di PT. Varia Usaha bertujuan untuk memperkecil dan menyeragamkan ukuran partikel pori *fly ash* batubara sebagai bahan dasar adsorben sehingga proses adsorpsi lebih optimal. Aktivasi *fly ash* batubara untuk meningkatkan sifat-sifat khusus yang dimiliki oleh *fly ash* batubara dengan menghilangkan unsur-unsur pengotor yang ada dalam mineral *fly ash* batubara dengan dua metode yaitu metode kimia dalam suasana basa menggunakan larutan NaOH dan metode fisika dengan cara pemanasan. Sebanyak 50 gram *fly ash* batubara 100 mesh direfluks dengan 100 ml larutan NaOH 1,5 M dan 4 M pada suhu 90° C selama 6 jam. Hasil aktivasi *fly ash* batubara dikarakterisasi dengan Diffraktometer Shimadzu-Goniometer XD-3A, difraktogram menunjukkan telah terjadi proses konversi limbah *fly ash* batubara menjadi material baru ditunjukkan dengan munculnya puncak difraksi baru pada mullite 2θ = 17,7; 21,65; 24; 30,3; 31,9; 33,25; 36,5; 39,5; 42,5; dan 50,1 derajat. Puncak sodalite muncul puncak pada 2θ = 12,46; 21,9 dan 25,9 derajat, zeolite muncul puncak difraksi pada 2θ = 20,9; 26,6.

Uji kemampuan struktur adsorben *fly ash* batubara terhadap kation logam timbal (II) dengan kalsinasi pada 450° C, padatan dikarakterisasi dengan difraksi sinar-X untuk mengamati kerusakan struktur kristal yang terjadi akibat adanya pengaruh panas. Difraktogram menunjukkan terjadinya perubahan dengan semakin kecilnya puncak mullite pada 2θ = 17,7; 24; 30,3; 33,5 dan 36,5 derajat dan kerusakan pada zeolit. Kerusakan struktur kristal mullite disebabkan adanya logam timbal dalam struktur pori pada saat proses kalsinasi memutuskan ikatan Si-O-Si dari kerangka mullite. Kristal kuarsa tidak mengalami kerusakan karena struktur kerangka kuarsa jauh lebih stabil terhadap pengaruh panas ditunjukkan pada puncak difraksi utama pada 2θ = 20,85 dan 26 derajat.

Kata kunci: *fly ash* batubara, aktivasi, kalsinasi, karakterisasi

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Di Jawa Tengah kebanyakan industri menggunakan energi batu bara pada proses produksinya yang akan menghasilkan abu terbang (*fly ash*) sisa hasil pembakaran, yang dipandang sebagai limbah pembakaran batubara. Produksi abu terbang batubara (*fly ash*) dari pembangkit listrik di Indonesia terus meningkat, 2 milyar ton pada 2006 dan akan terus meningkat pada tiap tahun. (Queroll, 2006)

Penanganan *fly ash* batubaramasih terbatas pada penimbunan di lahan kosong industri. Hal ini berpotensi bahaya bagi lingkungan dan masyarakat sekitar seperti logam-logam dalam abu terbang terekstrak, terbawa ke perairan, *fly ash* tertiuap angin mengganggu pernafasan, pelepasan unsur beracun ke dalam air tanah, penurunan aktivitas mikroba, dan peningkatan keasaman tanah. Untuk mengatasi permasalahan penumpukan *fly ash* batubara perlu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan *fly ash* batubara lebih lanjut guna meningkatkan nilai ekonomis serta mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan. Konversi *fly ash* batubara menjadi adsorben merupakan pemanfaatan dari abu terbang batubara mengurangi masalah pembuangan limbah *fly ash* yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, selain itu juga dapat meningkatkan nilai ekonomi dari bahan limbah menjadi bahan bermanfaat dan bernilai ekonomi tinggi. Keuntungan adsorben berbahan baku *fly ash* batubara yaitu biayanya murah, dapat digunakan pada pengolahan limbah gas/limbah cair, dalam penyisihan logam berat dan senyawa organik pada pengolahan limbah. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan *fly ash* batubara dapat menghilangkan logam berat seefektif karbon aktif pada kondisi tertentu. (Moechah, 2009)

Pada penelitian ini telah dilakukan upaya meningkatkan nilai ekonomi *fly ash* batubara dan mengurangi masalah pencemaran lingkungan di wilayah Surakarta dengan memanfaatkan limbah *fly ash* batubara hasil samping industri di PT. Varia Usaha di daerah Palur Surakarta sebagai material konversi adsorben, mengkaraktisasi dan menguji material yang dihasilkan.

B. Perumusan Masalah

Penelitian ini merupakan bagian dari roadmap penelitian material bersumber

bahan alam yang dikembangkan dengan dilandasi beberapa pertimbangan :

1. Pentingnya penanganan dan perhatian serius terhadap pencemaran logam berat telah mencemari lingkungan dan berdampak buruk bagi kesehatan manusia. Hal ini merupakan salah satu pendorong pentingnya dilakukan penelitian dalam menangani logam berat melalui proses penyerapan logam oleh adsorben yang memiliki kemampuan adsorpsi tinggi terhadap logam berat.
2. Dari sisi pengembangan ipteks, perlu dikembangkan material adsorben baru yang lebih efektif dan mengurangi masalah pencemaran lingkungan. Banyaknya limbah *fly ash* batubara hasil pembuangan industri di wilayah Surakarta belum mendapatkan perhatian dan penanganan yang serius dari berbagai pihak, masih terbatas pada penimbunan di lahan kosong industri.
3. Karakteristik material *fly ash* batubara, adsorben yang dikembangkan dalam penelitian adalah *fly ash* batubara yang mengandung silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3) dan besi (Fe_2O_3) dengan kadar tinggi. *Fly ash* batubara terdiri dari butiran halus yang berbentuk bola padat atau berongga, mempunyai situs aktif yang dapat diaktivasi untuk meningkatkan kinerja penyerapan terhadap senyawa atau ion baik dari larutan atau udara.
4. Faktor ekonomi, guna meningkatkan nilai ekonomis limbah *fly ash* batubara yang selama ini masih terbatas pada penimbunan di lahan kosong industri, biaya sangat murah, dapat digunakan pada pengolahan limbah gas dan cair, penyisihan logam berat dan senyawa organik pada pengolahan limbah.

c. Tujuan Penelitian

Tujuan yaitu mensintesa, mengaktifasi, mengkaraktisasi material hasil konversi adsorben dari limbah *fly ash* batubara serta uji ketahanan panas struktur padatan.

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1. Fly Ash Batubara

Fly ash batubara umumnya dibuang di *landfill* area industri yang akan menimbulkan masalah bagi masyarakat dan lingkungan sekitar seperti logam dalam fly ash terekstrak dan terbawa keperairan, abu terbang tertiuap angin sehingga mengganggu pernafasan seperti pelepasan unsur beracun ke dalam air tanah, penurunan aktivitas mikroba, dan peningkatan keasaman tanah.

2.2. Sifat Fisika dan Kimia Fly ash

Komponen utama fly ash batubara berasal dari pembangkit listrik adalah silika (SiO_2), alumina, (Al_2O_3), besi oksida (Fe_2O_3), sisanya adalah karbon, kalsium, magnesium dan belerang. Rumus fly ash batubara: $\text{Si}_{1,0}\text{Al}_{0,45}\text{Ca}_{0,51}\text{Na}_{0,047}\text{Fe}_{0,039}\text{Mg}_{0,020}\text{K}_{0,013}\text{Ti}_{0,011}$. Sifat kimia dari fly ash batubara dipengaruhi oleh jenis batubara yang dibakar dan teknik penyimpanan serta penanganannya. Kandungan karbon dalam fly ash diukur menggunakan *Loss On Ignition Method* (LOI). Kerapatan fly ash 2100 sampai 3000 kg/m^3 dan luas area spesifiknya (diukur berdasarkan metode permeabilitas udara *Blaine*) 170-1000 m^2/kg .

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan : peralatan gelas, mortar, refluks, termometer, magnetik stirer, oven, stop watch, ayakan mess, desikator, dan XRD.

Bahan Penelitian

Bahan : NaOH, akuades, kertas saring Wathman, limbah fly ash batubara, HCl, larutan timbal sulfat.

Metodologi

Aktivasi Fly Ash Batubara

Limbah fly ash batubara dicuci dengan aquades, dikeringkan dihaluskan dengan ayakan 100 mesh, direfluks dengan 100 ml NaOH 1,5 M pada 90°C selama 6 jam dan diaduk. Hasil refluks dicuci hingga netral dan dioven. Diulangi untuk NaOH 4M. Hasil aktivasi dikarakterisasi dengan difraksi sinar-X

Uji Ketahanan Struktur Material Terhadap Panas

Proses kalsinasi hingga bebas Pb(II) kemudian dioven 450°C selama 4 jam. Kemudian dikarakterisasi dengan difraksi sinar-X.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan preparasi sampel limbah fly ash batubara hasil pembuangan industri PT. Varia Usaha dengan

menghaluskannya menggunakan ayakan 100 mesh yang bertujuan memperkecil dan menyeragamkan ukuran partikel pori fly ash batubara, pengotor. Hasil preparasi dapat dilihat pada karakterisasi dengan difraksi sinar-X.

Material fly ash batubara agar dapat digunakan sebagai adsorben perlu diaktivasi untuk meningkatkan sifat-sifat khusus yang dimiliki dengan cara menghilangkan unsur pengotor dilakukan dengan dua metode yaitu metode kimia menggunakan NaOH dan metode fisika dengan pemanasan. Hasil aktivasi fly ash batubara dikarakterisasi dengan Diffraktometer Shimadzu-Goniometer XD-3A menunjukkan telah terjadi proses konversi limbah fly ash batubara menjadi material baru. Dapat dilihat pada gambar.

Pada fly ash batubara awal hasil preparasi komponen yang ada hanya kuarsa ditunjukkan adanya puncak utama kuarsa pada $2\theta = 20,85$ dan 26 , dan puncak difraksi mullite pada $2\theta = 16,48$; $22,8$; $30,29$ dan $33,2$ derajat. Proses aktivasi akan mengkonversi sebagian mineral kuarsa dan alumina menjadi sodalite, mullite dan zeolite sebagai material adsorben ditunjukkan dengan munculnya puncak difraksi baru pada mullite $2\theta = 17,7$; $21,65$; 24 ; $30,3$; $31,9$; $33,25$; $36,5$; $39,5$; $42,5$; dan $50,1$ derajat. Puncak sodalite ditunjukkan pada $2\theta = 12,46$; $21,9$ dan $25,9$ derajat. Terbentuknya zeolite munculnya puncak pada $2\theta = 20,9$; $26,6$ yang semakin tinggi dengan meningkatnya konsentrasi NaOH, menunjukkan fly ash batubara dapat dijadikan sebagai material baru dalam proses adsorpsi karena fly ash batubara mengandung mullite, sodalite dan zeolite yang mempunyai situs aktif berperan dalam proses adsorpsi sehingga mengakibatkan kemampuannya untuk menyerap senyawa atau ion dalam larutan/udara. Adanya ukuran pori-pori yang berbeda untuk jenis zeolit yang berbeda akan memberikan sifat selektivitas terhadap kemampuan adsorpsi zeolit (Davis dan Lobo, 1992). Difraktogram sinar-X menunjukkan kandungan sodalite di dalam fly ash batubara merupakan produk utama ditandai dengan puncak difraksi paling tinggi dibandingkan produk lainnya $2\theta = 26,6$ derajat, disebabkan struktur sodalite merupakan struktur zeolit yang paling mudah disintesis dan memiliki stabilitas paling tinggi dibandingkan zeolite dan mullite.

Uji Ketahanan Struktur Material Terhadap Panas

Material adsorben *fly ash* batubara diuji kemampuan adsorpsinya terhadap kation logam berat timbal (II), padatan dikalsinasi pada 450° C selama 4, dengan tujuan menghilangkan pengotor organik dan air sehingga pori-pori *fly Ash* terbuka dan luas permukaan spesifiknya meningkat. Hasil kalsinasi dikarakterisasi dengan difraksi sinar-X untuk mengamati kerusakan struktur kristal yang terjadi akibat adanya pengaruh panas, ditunjukkan pada difraktogram *fly Ash* batubara teradsorpsi logam timbal mengalami perubahan difraktogram setelah kalsinasi pada suhu 450° C. Hal ini ditunjukkan dengan semakin kecilnya puncak mullite pada $2\theta = 17,7; 24; 30,3; 33,5$ dan $36,5$ derajat dan kerusakan pada zeolit. Kerusakan struktur kristal mullite karena adanya logam timbal dalam struktur porinya pada saat proses kalsinasi memutuskan ikatan Si-O-Si dari kerangka mullite. Kristal kuarsa tidak mengalami kerusakan ditunjukkan pada puncak difraksi utama $2\theta = 20,85$ dan 26 derajat, bahkan mengalami peningkatan disebabkan karena struktur kerangka kuarsa relatif lebih stabil adanya ikatan Si-O-Si yang lebih pendek daripada Si-O-Al dalam struktur mullite. Data difraktogram hasil kalsinasi terlihat struktur kerangka kuarsa jauh lebih stabil terhadap pengaruh panas daripada struktur kerangka mullite jika dibandingkan dengan difraktogram sebelum kalsinasi. Kristallinitas mullite dan zeolit semakin kecil, hal ini menunjukkan adanya penutupan pori dan sistem saluran pada mullite dan zeolit oleh logam timbal yang dapat mengakibatkan intensitas difraktogram berkurang dibandingkan intensitas difraktogram mullite dan zeolit tanpa logam timbal, sedangkan sodalite memiliki stabilitas struktur kristal yang lebih baik dari keduanya karena struktur sodalite merupakan struktur zeolit yang paling sederhana dan secara termodinamika memiliki stabilitas struktur yang sangat tinggi. Pada struktur zeolite dan mullite keberadaan ikatan Si-O-Al mengakibatkan struktur kerangka mudah rusak karena ikatan Si-O-Al mudah terputus dan tidak stabil. Proses kalsinasi akan menyebabkan penurunan kristallinitas padatan semakin besar, karena adanya penutupan pori, kerusakan kristal selama proses termal berlangsung dan mempengaruhi proses penataan ulang kerangka silika-alumina selama proses kalsinasi.

KESIMPULAN

Dari analisa data dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Material *fly ash* batubara dapat diaktivasi dengan metode kimia menggunakan NaOH dan metode fisika dengan pemanasan.
2. Karakterisasi *fly ash* batubara dengan difraksi sinar-X menunjukkan *fly ash* batubara dapat dikonversikan sebagai adsorben, hasil difraktogram berupa kuarsa, mullite, sodalite dan zeolite yang mempunyai situs aktif berperan dalam proses adsorpsi mullite muncul pada $2\theta = 17,7; 21,65; 24; 30,3; 31,9; 33,25; 36,5; 39,5; 42,5;$ dan $50,1$ derajat, sodalite muncul puncak pada $2\theta = 12,46; 21,9$ dan $25,9$ derajat, dan terbentuknya zeolite muncul puncak difraksi $2\theta = 20,9; 26,6$.
3. Uji ketahanan struktur material *fly ash* batubara terhadap panas hasil kalsinasi dikarakterisasi dengan difraksi sinar-X mengalami perubahan difraktogram ditunjukkan semakin kecilnya puncak mullite pada $2\theta = 17,7; 24; 30,3; 33,5$ dan $36,5$ derajat dan terjadi kerusakan pada zeolit.

SARAN

1. Perlu adanya riset kelanjutan untuk menentukan bagaimana kinetika reaksi pembentukan zeolit dari *fly ash* batubara, guna optimalisasi pemanfaatannya sebagai katalis.
2. Perlu dipelajari bagaimana kemampuan adsorpsi *fly ash* batubara terhadap limbah dengan berbagai parameter sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

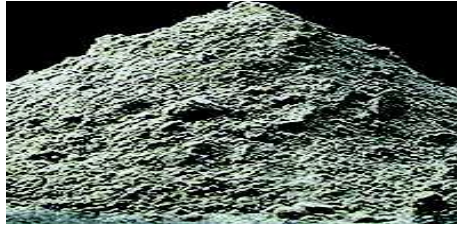
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Imam Budi Raharjo, 2006, "Mengetahui batu bara", Berita Iptek
- [2] Kapanlagi.com, "Abu layang yang merupakan limbah padat", diakses 25 Februari 2009
- [3] Sutarno¹, 2004, "Pengaruh Refluks dan Penggerusan Abu Layang Batubara terhadap Kristalinitas Faujasite", Jurnal Matematika dan Sains Vol. 9 No. 3, hal 285-290 Universitas Surabaya

[4]<http://moechah.wordpress.com>, 2008,
 "Abu Terbang Batubara
 Sebagai Adsorben", diakses 10
 Maret 2009

[5]<http://www.mipa.unej.ac.id>, 2009"
 Konversi Abu Layang Batubara
 Sebagai Material Pengemban Logam
 Nikel ",diakses 5 Maret 2009

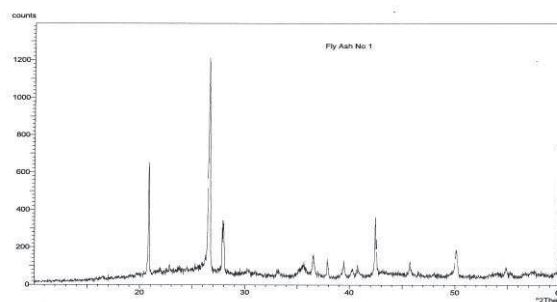
LAMPIRAN



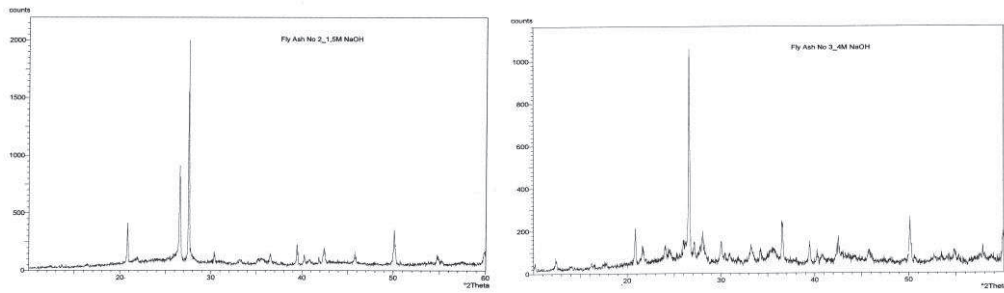
Gambar 1. Fly ash Batubara

Tabel 1. Komposisi Unsur Fly Ash Batubara

KANDUNGAN	PROSENTASE
Silica	51,82 %
Alumina	30,98%
Hematid	4,93%
Kapur	4.66%
Magnesium	1,52%
Sulfat	1,51%
Carbon Content	1,52%
Total Alkali	1,42%



Gambar. 1 . Spektrum XRD Fly Ash Awal



Gambar.2a + 2b. Spektrum XRD fly ash diaktifasi NaOH1,5 M dan NaOH 4 M

Tanya jawab :

Nama Penanya : Hari Sutrisno

Pertanyaan :

Tujuan aktivasi dengan NaOH?

Jawaban :

Untuk menghilangkan pengotor yang ada pada fly ash.