



SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA V
“Kontribusi Kimia dan Pendidikan Kimia dalam
Pembangunan Bangsa yang Berkarakter”
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS
Surakarta, 6 April 2013



MAKALAH
PENDAMPING

KIMIA FISIKA
(Kode : F-08)

ISBN : 979363167-8

AKTIVASI DAN KARAKTERISASI *FLY ASH* SEBAGAI MATERIAL ADSORBEN LIMBAH TIMBAL

Nanik Dwi Nurhayati¹, Shinta Yuli

¹Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP Universitas Sebelas Maret Surakarta
Jln. Ir. Sutami 36A Surakarta (0271) 642283, Faks (0271) 646655

*Keperluan korespondensi, e-mail nanikdn@uns.ac.id

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah *fly ash* menjadi material adsorben telah diaplikasikan pada limbah timbal di sungai Palur dengan mengaktivasi dan mengkarakterisasinya. Sampel *fly ash* dari PT. Crackers di kawasan industri Palur Karanganyar. Hasil penelitian diperoleh material limbah *fly ash* dapat digunakan sebagai adsorben limbah timbal dengan proses aktivasi hidrotermal menggunakan NaOH optimal pada NaOH 4M ditandai adanya silikon oksida karakterisasi FTIR pada frekuensi 1130cm^{-1} – 1000cm^{-1} , dan intensitas 24,5236 dan 12,259 karakterisasi XRD. Adanya pengurangan konsentrasi limbah timbal dengan waktu kontak 9 jam dengan NaOH 4M teraktivasi sebanyak 0,3828 adsorben *fly ash* dapat menyerap logam Pb sebesar 26,298% luas permukaan *fly ash* sebesar $5,54486\text{ m}^2\text{g}^{-1}$ berdasarkan uji metilen blue.

Kata kunci: *fly ash*, aktivasi, karakterisasi, limbah timbal.

PENDAHULUAN

Produksi *fly ash* dari pembangkit listrik di Indonesia terus meningkat, salah satu penyumbang *fly ash* batu bara terbesar adalah dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). PLTU berbahan bakar batubara menghasilkan *fly ash* mencapai 500 - 1000 ton perhari. *Fly ash* batubara umumnya dibuang di landfill atau ditumpuk begitu saja di dalam area industri. Penumpukan *fly ash* batubara dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan.

Di sisi lain, sebenarnya *fly ash* batubara memiliki berbagai kegunaan beragam, salah satunya dapat digunakan

untuk mengadsorpsi logam berat yang kebanyakan berasal dari pabrik tekstil. Pabrik tekstil biasanya menghasilkan limbah yang masih mengandung logam berat tanpa melalui penyaringan terlebih dahulu sehingga logam-logam berat ini mencemari lingkungan sekitar. Penghilangan logam berat dari limbah cair melibatkan dua proses yaitu presipitasi dan adsorpsi. Proses presipitasi melibatkan kalsium hidroksida sedangkan proses adsorpsi melibatkan silika alumina yang terdapat dalam *fly ash* dalam bentuk SiO_2 dan Al_2O_3 .

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah pembakaran batu bara sebagai material adsorben untuk mengadsorpsi logam Pb dalam limbah industri tekstil yang diperoleh dari Sungai Ngringo yang berada di daerah kawasan industri Kabupaten Karanganyar tepatnya di sekitar PT. Prawitex, memanfaatkan limbah fly ash sebagai material adsorben polutan logam timbal pada limbah industri tekstil PT. Prawitex Palur, mempelajari aktivasi *fly ash* menjadi material adsorben logam timbal limbah, mengkarakterisasi *fly ash* dengan menentukan kemampuan optimum adsorbs berdasarkan struktur *fly ash* dan uji metilen biru.

Fly ash merupakan material potensial yang dapat digunakan sebagai adsorben murah. Beberapa investigasi menyimpulkan bahwa *fly ash* memiliki kapasitas adsorpsi yang baik untuk menyerap gas organik, ion logam berat, gas polutan. Modifikasi sifat fisik dan kimia perlu dilakukan untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi. Secara kimia *fly ash* merupakan mineral alumino silikat yang banyak mengandung unsur-unsur Ca, K, dan Na juga sejumlah kecil unsur C dan N. Ada beberapa hal yang mempengaruhi efektivitas adsorbs yaitu (1) jenis adsorban, apakah berupa arang batok, batubara (antrasit), sekam, dll (2) temperatur lingkungan (udara, air, cairan) proses adsorpsi makin baik jika temperaturnya makin rendah (3) jenis adsorbat, bergantung pada bangun molekul zat, kelarutan zat (makin mudah larut, makin sulit diadsorpsi), taraf ionisasi (zat organik yang tidak terionisasi lebih mudah diadsorpsi).

METODE PENELITIAN

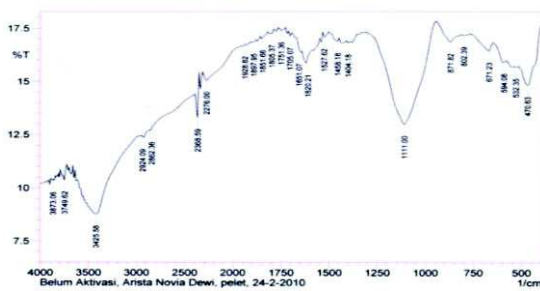
Fly ash digerus, diayak dengan 100 mesh, dicuci, dikeringkan dalam eksikator, dikarakterisasi dengan XRD. Aktivasi fly ash dengan NaOH 1,5 M ke dalam labu alas bulat dan magnetik stirrer direfluk 90⁰ selama 6 jam. Mengulangnya dengan NaOH 4 M menyaring dan mencuci hingga pH netral dan mengkarakterisasi dengan XRD.

Penentuan penentuan luas permukaan *fly ash*, mengkontakkanya dengan metilen blue dengan variasi waktu 5, 10, 15, 20, 25 menit dianalisa dengan spektrofotometer UV-Vis.

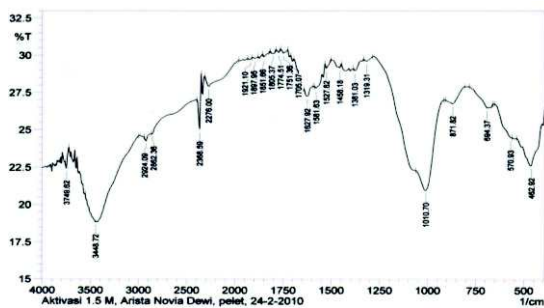
Penentuan kapasitas adsorpsi *fly ash*, teraktivasi NaOH 1,5M mengontakkan dengan limbah timbal setelah didestruksi dengan waktu 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 jam dianalisa dengan AAS. Mengulangnya dengan *fly ash* teraktivasi NaOH 4M.

HASIL DAN PEMBAHASAN

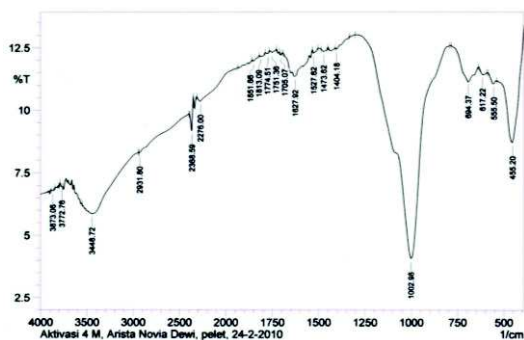
Limbah *fly ash* diperoleh dari pabrik PT. Crackers di kawasan industri Palur. Aktivasi menggunakan aktivasi basa larutan NaOH. Hasil pengukuran kadar logam Pb dalam lumpur 1,4556 ppm. Pada penentuan *fly ash* hasil FTIR (Fourier Transform `Infra Red) terlihat beberapa perbedaan antara *fly ash* yang sudah diaktivasi dengan NaOH 1,5 M dan 4 M dengan *fly ash* yang belum diaktivasi dapat dilihat pada gambar 1,2 dan 3.



Gambar 1. Spektra FTIR Fly Ash Sebelum Aktivasi



Gambar 2. Spektra FTIR Fly Ash Aktivasi NaOH 1,5 M

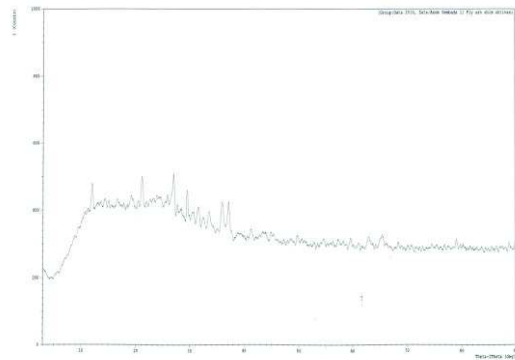


Gambar 3. Spektra FTIR Fly Ash Aktivasi NaOH 4 M

Hasil analisis *fly ash* yang sudah diaktivasi dengan yang belum diaktivasi terlihat bahwa tidak terdapat perubahan gugus fungsi di dalamnya masih mengandung gugus OH. Ikatan organik dari *fly ash* yang telah diaktivasi maupun yang belum diaktivasi tidak pula mengalami perubahan yaitu terdapat ikatan CH alkana, CH₂ bending, dan ikatan Silicon oksida. Terjadi pergeseran setelah proses aktivasi

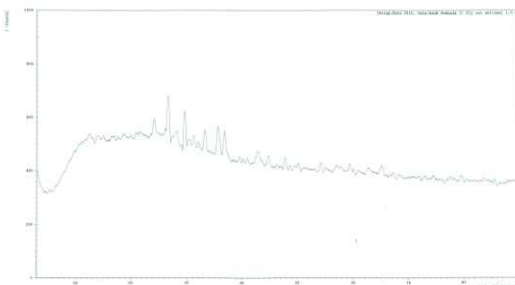
yaitu pengurangan dan penambahan jumlah dari ikatan-ikatan organik terutama pada ikatan Silicon oksida ditunjukkan pada frekuensi 1130cm⁻¹ – 1000cm⁻¹. Ikatan Silicon oksida pada spectra IR terlihat bahwa *fly ash* belum teraktivasi memiliki luas area 290.26989, yang sudah teraktivasi NaOH 1,5 M mempunyai luas area 92.621 dan teraktivasi NaOH 4 M mempunyai luas area 520.825 menunjukkan adanya peningkatan jumlah ikatan Silicon oksida pada aktivasi *fly ash* dengan menggunakan NaOH 4 M. Pada ikatan lain, seperti ikatan CH alkana, CH₂ bending juga mengalami peningkatan pada proses aktivasi seperti halnya ikatan Silicon Oksida.

Hasil karakterisasi XRD *fly ash* terlihat puncak kuat pada 26,9228 dan 29,5018, merupakan puncak mineral alumunium oksida yang memiliki kristal kubik (JCPDS no 02-1421). Terdapat pula puncak-puncak pada 20,4033; 26,5600; dan 39,3400 menunjukkan adanya silikon oksida yang berbentuk kristal heksagonal diketahui bahwa struktur awal dari *fly ash* terdapat silikon oksida dan alumunium oksida tetapi dengan kuantitas yang rendah. Pada *fly ash* teraktivasi NaOH 1,5M terdapat puncak 22,5600; 26,7204; 28,1250; 29,6438; dan 35,6841 merupakan puncak kuarsa berupa silikon Oksida (SiO₂) yang berbentuk kristal heksagonal (JCPDS no 02-0458), mengakibatkan hilangnya puncak alumunium oksida, sehingga yang tersisa hanya puncak silikon oksida terlihat pada gambar 4.

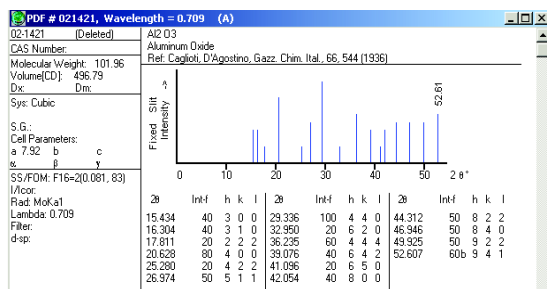


Gambar 4. Spektra XRD Fly Ash Aktivasi NaOH 1,5 M

Pada *fly ash* teraktivasi NaOH 4M terdapat puncak 27,0029; 35,9958; dan 37,6200 merupakan puncak corundum (α - Al_2O_3) memiliki kristal Rhabbohedral. Spektra dari alumunim oksida memiliki puncak lebih runcing dari pada yang belum teraktivasi, hal ini menunjukkan terdapat kenaikan tingkat kristalinitas. Terdapat puncak-puncak 24,5236 dan 12,259 merupakan puncak silikon oksida (SiO_2) memiliki bentuk kristal heksagonal.



Gambar 5. Spektra XRD Fly Ash Aktivasi NaOH 4 M



Gambar 6. Spektra XRD JCPDS no 02-1421

Penentuan luas permukaan adsorben *fly ash* digunakan metode metilen blue. Dengan spektrometer UV-Vis didapatkan waktu kontak optimal *fly ash* untuk mengadsorbsi metilen blue pada waktu pengontakan selama 10 menit. Untuk menghitung luas permukaan adsorben tersebut dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$S = \frac{X_m \cdot N \cdot a}{M_r}$$

Keterangan :

- S : luas permukaan adsorben (m²g⁻¹)
- N : bilangan avogadro (6,022.10⁻²³ mol⁻¹)
- X_m : berat adsorbat teradsorbsi (mg/g)
- a : luas penutupan oleh 1 molekul metylen blue (197.1 m² mol⁻¹)
- M_r : massa moiekul relatif methylen blue (320,6 g/mol)

Dari hasil perhitungan di peroleh luas permukaan adsorben *fly ash* aktivasi 1,5 M sebesar 5,54587 m² g⁻¹ dan aktivasi 4M sebesar 5,54486 m² g⁻¹.

Kapasitas adsorbsi *fly ash* dengan limbah Pb hasil AAS diperoleh konsentrasi limbah 1,4556 ppm, pengontakan sampel limbah timbal dengan adsorben *fly ash* aktivasi NaOH 1,5M dan NaOH 4M. Dari hasil analisa terlihat pengurangan konsentrasi limbah timbal ada pada waktu kontak 9 jam dengan NaOH 4M teraktivasi sebanyak 0,3828 artinya adsorben *fly ash* dapat menyerap logam Pb sebesar 26,298%. Hasil pengontakan dan komponen struktur dari adsorben *fly ash* dapat dilihat kondisi optimal berdasarkan strukturnya pada aktivasi *fly ash* NaOH 4M. Berdasarkan data spektra FTIR dan XRD, *fly ash* yang teraktivasi NaOH 4M memiliki kandungan ikatan silikon oksida yang lebih

besar dari pada *fly ash* yang teraktivasi dengan NaOH 1,5M. Didukung data spektra XRD *fly ash* teraktivasi NaOH 4M terdapat alumunium oksida, sedangkan pada aktivasi NaOH 1,5M terjadi penghilangan alumunium oksida. Sehingga syarat adsorpsi yang melibatkan silika alumina terpenuhi di dalam adsorben *fly ash* teraktivasi NaOH 4M memiliki kondisi optimal penyerapan limbah logam Pb. Struktur kristal *fly ash* teraktivasi NaOH 4M kristal Rhambohedral dari alumunium oksida dan kristal heksagonal dari silikon oksida, sedangkan pada aktivasi 1,5M hanya terbentuk kristal heksagonal dari silikon oksida. Struktur kristal berpengaruh pada kekuatan dinding permukaan adsorben, sehingga *fly ash* aktivasi NaOH 4M memiliki struktur kristal yang lebih kuat dari pada aktivasi NaOH 1,5M. Dengan kuatnya dinding permukaan adsorben maka akan menambah kestabilan adsorben *fly ash* ketika terjadi tekanan fisik dari luar seperti tekanan saat pengadukan. Faktor lain yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah luas permukaan adsorben, dilihat dari data perhitungan luas adsorben maksimal yang diperoleh antara adsorben *fly ash* teraktivasi NaOH 4M dan 1,5M tidak berbeda jauh pada kisaran $5,5 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$. Sehingga bila ditinjau hanya dari faktor luas permukaan adsorben tidak akan terjadi perbedaan yang signifikan. Akan tetapi dalam penelitian ini faktor komponen struktur yang akan sangat berpengaruh pada proses penyerapan limbah logam Pb.

KESIMPULAN

1. Material limbah *fly ash* dapat digunakan sebagai adsorben limbah logam berat timbal dengan proses aktivasi basa larutan NaOH optimal pada NaOH 4M.
2. *Fly ash* aktivasi NaOH 4M terdapat kuarsa atau silikon oksida yang tinggi ditunjukkan pada spektra FTIR dengan luas area 520.825 satuan luas, spektra XRD puncak 27,0029; 35,9958; 24,5236 dan 12,259. Serta adanya alumunium oksida pada spektra XRD puncak 27,0029; 35,9958; dan 37,6200. Terdapat struktur kristal Rhambohedral dan heksagonal yang memperkuat dinding permukaan adsorben.
3. Luas permukaan adsorben *fly ash* sebesar $5,54486\text{m}^2\text{g}^{-1}$

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran penulisan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Achmad, Rukaesih.2004. Kimia lingkungan. Jakarta UNJ
- [2] Fitri rahmawati, Pranoto, N.Ita Aryunani. 2005. Adsorpsi Zat Warna Tekstil Remazol Zellow FG Pada Limbah Batik Oleh Eceng Gondok Dengan Activator Naoh
- [3] Oscick, J. 1982. Adsorbtion. New York. John Wiley & Sons
- [4] Vogel.1985. Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro Dan Semimikro. Jakarta PT Kalman Media Pustaka

[5]http://en.wikipedia.org/wiki/Fly_ash
(diakses tanggal 15 September 2010)

[6] <http://majarimagazine.com/2009/05/fly-ash-sebagai-adsorben-co2/> (diakses tanggal 24 September 2010)

[7]<http://www.fhwa.dot.gov/infrastructure/materialsgrp/flyash.htm>(diakses tanggal 29 September 2010)

berapa kadarnya, berat adsorben berapa?

Jawaban : kadar awal ditentukan 1,544 ppm sebelum proses adsorpsi, adsorben 5 gram.

TANYA JAWAB

Nama Penanya : Nur Aliffah

Nama Pemakalah : Nanik D W

Pertanyaan :

- Abu layang proses pengambilan bagaimana?
- FTIR sebelum dan sesudah aktivasi membentuk struktur baru atau tidak?

Jawaban :

- Proses pengambilan dari cerobong pabrik yang keluar dan ditampung. Keluar terbang dikenal dengan abu layang(fly ash) sedang yang keluar dan jatuh ke bawah dikenal dengan abu dasar (bottom ash).
- Senyawa baru tidak terbentuk. Aktivasi berfungsi untuk menghilangkan bahan-bahan atau senyawa pengotor yang ada dan pengoptimalan pori-pori dari SiO_2 dan Al_2O_3 yang dapat mengadsorpsi.

Nama Penanya : Ashadi

Pertanyaan : adsorpsi 26,....% dari berapa? Limbah awal