



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA III

"Teori dan Aplikasi Sains dalam Isu Globalisasi Lingkungan, Profesionalisasi Pembelajaran dan Kewirausahaan"

Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS

Surakarta, 7 Mei 2011



MAKALAH PENDAMPING

KIMIA FISIKA
(Kode : C-05)

ISBN : 978-979-1533-85-0

ADSORPSI AMMONIUM (NH_4^+) PADA ZEOLIT-A YANG DISINTESIS DARI ABU DASAR BATUBARA

Yanik Ika Widiastuti¹, Nurul Widiastuti^{1*}, Nurlailis Handayani¹,
Didik Prasetyoko¹, Fahimah Martak¹

¹Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

*Keperluan korespondensi, tel : 087861137535, email : nurul_widiastuti@chem.its.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang adsorpsi ion ammonium dari larutan sintetik menggunakan adsorben zeolit-A yang disintesis dari abu dasar batubara melalui metode peleburan. Kinetika adsorpsi dan isotherm adsorpsi ditentukan melalui metode *batch* dan kolom (kontinyu) dengan parameter pengujian waktu kontak, konsentrasi awal ammonium, pH dan laju alir. Hasil penyelidikan menunjukkan bahwa kondisi optimum adsorpsi pada waktu kontak 4 jam, konsentrasi awal 35 mg/L, pH 5. Kinetika adsorpsi ammonium oleh zeolit A mengikuti model orde dua semu ($R^2=0,997$) dan isotherm adsorpsinya mengikuti model Temkin ($R^2=0,958$) pada kondisi proses: jumlah adsorben 0,5 gram, volume adsorbat 50 ml, konsentrasi awal ammonium 10 mg/L, waktu kontak 8 jam, suhu 32°C dan pH 6,5. Model Thomas digunakan untuk mengetahui kurva *breakthrough* dan kapasitas adsorpsi ammonium. Hasil menunjukkan bahwa zeolit-A mampu mengadsorpsi ammonium hingga 17,72 mg/g pada laju alir 0,06 L/jam, konsentrasi awal ammonium 35 mg/L dan pH 5.

Kata kunci: adsorpsi amonium, isotherm adsorpsi, abu dasar, zeolit-A.

PENDAHULUAN

Nitrogen merupakan nutrisi esensial dalam kehidupan sebagai komponen pembangun utama protein tumbuhan dan hewan. Dalam lingkungan air, senyawa nitrogen biasanya ditemukan dalam bentuk ion ammonium, NH_4^+ (10). Meskipun ammonium merupakan nutrisi penting untuk ganggang, namun kelebihan jumlah ammonium dalam lingkungan perairan dapat menyebabkan eutrofikasi sungai, danau dan pesisir pantai (16). Disamping itu tingginya konsentrasi amonium menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dan bersifat toksik pada organisme *aquatic* (23). Karena bahaya dan toksisitas tersebut, maka kelebihan amonium dalam perairan perlu ditangani.

Berbagai metode telah banyak dilakukan untuk menghilangkan amonium ini antara lain melalui proses biologi seperti nitrifikasi/denitrifikasi, proses kimia-fisik seperti *stripping* udara, adsorpsi dan pertukaran ion (8,18). Dari berbagai metode penghilangan amonium tersebut, proses adsorpsi merupakan cara yang sangat mudah dan membutuhkan biaya yang relatif rendah, terutama bila bahan adsorben yang digunakan sangat murah.

Disisi lain, pembakaran batubara pada pembangkit listrik berbahan bakar batubara menghasilkan limbah abu (abu dasar dan abu layang) dalam jumlah yang besar. Limbah abu ini sangat melimpah dan belum banyak dimanfaatkan, biasanya hanya ditumpuk di landfill hingga menggunung. Berdasarkan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Yanti (23), abu dasar

mengandung silikon dioksida (SiO_2) (24,10%), aluminium dioksida (Al_2O_3) (6,80%), besi oksida (Fe_2O_3) (33,59 %), kalsium oksida (CaO) (26,30 %) dan karbon (11,12%) serta beberapa logam berat seperti : As, Sn, Cr dan Cd. Kandungan fasa mineral abu dasar berdasarkan analisis menggunakan difraksi sinar-X (Gambar 1a) adalah fasa kristalin dari mineral kuarsa (SiO_2), mulit ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), hematit (Fe_2O_3) dan kalsit (CaCO_3) dan sebagian besar berfasa amorf (23). Dengan kandungan dan komposisi tersebut, abu dasar dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan zeolit yang banyak dimanfaatkan sebagai adsorben, penukar kation dan katalis.

Zeolit merupakan kristal alumino silikat berair dengan kerangka struktur tiga dimensi terbuka dan tersusun atas tetrahedral (SiO_4)⁴⁻ dan (AlO_4)⁵⁻ yang saling terhubung dengan memberikan atom oksigen membentuk rongga intrakristalin dan saluran atau pori dimensi molekular (3,6).

Rongga-rongga di dalam struktur zeolit berisi kation, utamanya ion logam alkali dan alkali tanah dan juga berisi molekul air. Kation tersebut berfungsi sebagai penyeimbang muatan untuk menjaga kenetralan zeolit. Beberapa penelitian telah melaporkan pembuatan zeolit dari abu dasar antara lain zeolit MCM-41 (4), zeolit NaP, hidroksi sodalit dan tobernite (21), dan zeolit A (13,23).

Dibandingkan dengan zeolit jenis lain, zeolit A lebih banyak diproduksi karena: (i). zeolit A memiliki kapasitas tukar kation yang cukup tinggi yaitu sekitar 175 meq/100 g (12), 320 meq/100 g (17), 347,83 meq/100 g (23), dan volume pori yang relatif besar (4,2 Å) (5) sehingga zeolit A lebih banyak digunakan dalam proses adsorpsi dan pertukaran ion. Misalnya zeolit banyak digunakan untuk menyerap kation seperti NH_4^+ (10,16,18,22,24), logam-logam berat seperti Pb^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} dan untuk mendekontaminasi dan mendaur ulang ion Zn^{2+} ,

V^{2+} , Cd^{2+} dan Hg^{2+} dalam air limbah pabrik tekstil (19). Tingginya sifat tukar kation yang dimiliki zeolit A karena zeolit ini tergolong zeolit dengan kadar silika rendah (15) dengan kristal berbentuk kubik yang seragam (4). (ii). dapat digunakan sebagai pelunak air, yaitu untuk menghilangkan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang terdapat pada air, sehingga dapat mengatasi kesadahan air; (iii). lebih ramah lingkungan.

Sintesis zeolit A dari bahan dasar abu batubara dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain metode hidrotermal secara langsung dengan penghilangan karbon terlebih dahulu (11,13), metode hidrotermal langsung tanpa penghilangan karbon (2) dan metode peleburan diikuti dengan kristalisasi hidrotermal (23). Dari metode tersebut yang menghasilkan zeolit dengan kemurnian dan kristalinitas yang cukup tinggi serta mempunyai nilai KTK tertinggi adalah metode peleburan diikuti dengan kristalisasi hidrotermal, sehingga metode ini akan digunakan selanjutnya dalam penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan abu dasar sebagai bahan pembuat zeolit A dengan metode peleburan, yang akan digunakan sebagai adsorben ion ammonium dalam larutan. Parameter adsorpsi yang diuji meliputi, waktu kontak, konsentrasi awal ammonium, pH (dalam sistem *batch*) dan laju alir influen (dalam sistem kolom).

METODOLOGI

Alat Dan Bahan

Alat

Peralatan yang digunakan meliputi krusibel *stainles steel*, reaktor hidrotermal (*autoclave stainless steel*), *muffle furnace*, pengaduk magnetik, neraca analitis dan beberapa alat gelas. Peralatan instrumen untuk karakterisasi meliputi difraksi sinar X (XRD), *Inductive Coupled Plasma- Atomic Emission*

Spectroscopy (ICP-AES) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), serta peralatan untuk pengujian kapasitas adsorpsi meliputi thermometer untuk model batch, kolom gelas yang dirangkai seperti Gambar 2

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan meliputi abu dasar batubara dari PT. IPMOMI Paiton, Jawa Timur, pelet NaOH (Merck), aqua DM dan serbuk NaAlO₂(Sigma Aldrich), NH₄Cl (Merck).

Prosedur Kerja

Penyiapan Abu Dasar

Abu dasar dihaluskan dan diayak, dipanaskan pada suhu 105°C dalam oven, didinginkan dan disimpan dalam desikator. Selanjutnya abu dasar dikarakterisasi menggunakan difraksi sinar X (XRD) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) serta siap digunakan untuk sintesis zeolit A.

Sintesis Zeolit A dari Abu Dasar

Sintesis zeolit A dari abu dasar menggunakan metode peleburan diikuti kristalisasi hidrotermal (23). Pertama, dilakukan proses peleburan abu dasar dalam NaOH dengan perbandingan massa abu dasar:NaOH = 1:1,2 pada suhu 750°C selama 1 jam dalam muffle furnace. Setelah itu dibuat suspensi dengan penambahan air deionisasi, diikuti pengadukan dan pemeraman. Campuran yang telah diperam tersebut disaring dan diambil supernatannya sebagai larutan sumber Si dan Al, selanjutnya dianalisa dengan ICP-AES. Kedua, proses hidrotermal dilakukan dengan membuat *slurry* berkomporsi molar relatif 3,165 Na₂O : Al₂O₃ : 1,926 SiO₂ : 128 H₂O dari supernatan abu dan penambahan NaAl₂O-NaOH. Campuran (*slurry*) dimasukkan dalam autoklaf stainless steel yang tertutup rapat, dipanaskan pada suhu 100°C selama 12 jam. Padatan hasil kristalisasi

dipisahkan dari filtratnya, dicuci dengan air destilat sampai pH 9-10 dan dikeringkan. Zeolit A hasil sintesis dikarakterisasi dengan difraksi sinar-X (XRD) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Pembuatan Granul

Zeolit A dan kaolin (yang berfungsi sebagai pengikat) dibuat campuran dengan perbandingan zeolit A : kaolin = 90:10 % berat (20). Kemudian ditambahkan air, diaduk, dicetak dengan ukuran tertentu. Selanjutnya dikeringkan dan dikalsinasi

Studi Adsorpsi

Metode Batch

Penentuan waktu setimbang

Kedalam 50 mL larutan amonium (NH₄⁺) dengan konsentrasi 10 mg/L, dimasukkan zeolit A sebanyak 0,5 g dan diaduk dengan kecepatan pengadukan 300 rpm dengan waktu yang divariasasi dari 15 sampai 1440 menit pada suhu ruang. Larutan disaring sampai jernih, kemudian konsentrasi filtrat diukur dengan alat Spektrofotometer UV-vis menggunakan metode indofenol (7). Data yang diperoleh digunakan untuk menentukan kinetika adsorpsi.

Model perhitungan orde satu semu ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\frac{dq_t}{dt} = k_f(q_e - q_t) \quad (1)$$

q_t (mg/g) adalah jumlah adsorbat yang diserap pada waktu t (min), q_e (mg/g) adalah kapasitas adsorpsi kesetimbangan (mg/g), dan k_f (min⁻¹) adalah konstanta laju model orde satu semu (min⁻¹). Persamaan (1) dapat diintegrasikan pada kondisi-kondisi batas $q_t = 0$ pada $t = 0$ dan $q_t = q_t$ pada $t = t$, sehingga diperoleh persamaan:

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t \quad (2)$$

Model orde dua semu dapat dinyatakan dalam bentuk :

$$\frac{dq_t}{dt} = k_s (q_s - q_t)^2 \quad (3)$$

k_s adalah konstanta laju model orde dua semu dalam $g/(mg \text{ min})$). Integrasi persamaan (3) pada kondisi batas $q_t=0$ pada $t=0$ dan $q_t=q_t$ pada $t=t$, menghasilkan persamaan linier:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_s q_s^2} + \frac{1}{q_s} t \quad (4)$$

Laju penyerapan awal, h ($mg/g \text{ min}$) sedangkan $t \rightarrow 0$ dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$h = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{dq_t}{dt} \quad (>>>>) \quad (5)$$

Laju adsorpsi awal (h), kapasitas adsorpsi kesetimbangan (q_s) dan konstanta orde dua semu k_s dapat ditentukan secara eksperimen dari slope dan intersep sebagai plot dari t/q_t versus t .

Persamaan Bangham digunakan untuk mempelajari tahap waktu terjadinya sistem adsorpsi dan persamaannya digambarkan sebagai berikut:

$$\log \log \left[\frac{C_0}{C_0 - q_t m} \right] = \log \left[\frac{k_m}{2.303 V} \right] + \alpha \log t \quad (6)$$

Dimana C_0 adalah konsentrasi awal adsorbat dalam larutan (mg/L), V adalah volume larutan (mL), m adalah berat adsorben per liter larutan (g/L), q_t (mg/g) adalah jumlah adsorbat yang tertinggal pada waktu t , dan $\alpha (<1)$ dan k_o adalah tetap/konstan.

Studi difusi intra partikel yang digunakan mengikuti persamaan yang dinyatakan sebagai berikut:

$$q_t = k_{id} t^{1/2} + C \quad (7)$$

dimana k_{id} adalah konstanta laju difusi intra-partikel. Sebuah plot q_t versus $t^{1/2}$ akan didapatkan garis lurus dengan slope k_{id} dan intersep C ketika mekanisme adsorpsi mengikuti proses difusi intra-partikel. Nilai intersep menandakan tentang ketebalan dari batas lapisan, yaitu luas intersep terbesar adalah efek batas lapisan.

Persamaan Elovich berasumsi bahwa permukaan padat sesungguhnya adalah sepenuhnya heterogen. Persamaan Elovich dapat dinyatakan sebagai:

$$\frac{dq_t}{dt} = \alpha e^{-\beta q_t} \quad (8)$$

Integrasi persamaan (8) dan penggunaan kondisi awal $q_t = 0$ pada $t = 0$ dan $q_t=q_t$, akan diperoleh model Elovich:

$$q_t = (1/\beta) \ln(\alpha\beta) + (1/\beta) \ln t \quad (9)$$

dimana α adalah laju adsorpsi awal ($mg/(g \text{ min})$) dan parameter β berhubungan dengan luas permukaan yang tertutup dan energi aktivasi (g/mg).

Variasi konsentrasi awal amonium

Kedalam 50 mL larutan amonium (NH_4^+) dengan variasi konsentrasi ($5mg/L$ - $50mg/L$) dimasukkan 0,5 g zeolit. Metode yang dilakukan sama dengan pada metode penentuan waktu setimbang diatas. Data yang diperoleh digunakan untuk penentuan isotherm adsorpsi dan kesetimbangan adsorpsi.

Parameter Langmuir ditentukan dengan rumus berikut

$$q = \frac{q_{max} K C_e}{1 + K C_e} \quad (10)$$

q_{max} (mg/L) dan K (L/mg) adalah kapasitas monolayer yang dicapai pada konsentrasi tinggi dan konstanta kesetimbangan, berturut-turut. C_e adalah konsentrasi kesetimbangan dalam larutan (mg/L) dan q menunjukkan jumlah yang diserap pada kesetimbangan (mg/g).

$$\frac{C_e}{q} = \frac{1}{K q_{max}} + \frac{1}{q_{max}} C_e \quad (11)$$

Parameter Freundlich ditentukan dengan rumus

$$q = K_F C_e^{1/n} \quad (12)$$

K_F dan $1/n$ menunjukkan faktor kapasitas Freundlich dan parameter intensitas Freundlich, berturut-turut. C_e adalah konsentrasi kesetimbangan dalam larutan (mg/L) dan q menunjukkan jumlah yang diserap pada kesetimbangan (mg/g).

$$\log q = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e \quad (13)$$

Model isoterm Tempkin menjelaskan tentang interaksi antara adsorben dengan adsorbatnya. Parameter Tempkin ditentukan dengan rumus

$$q_e = \frac{RT}{b} \ln(K_t C_e) \quad (14)$$

Model liniernya yaitu

$$qe = B_1 \ln K_t + B_1 \ln C_e \quad (15)$$

dimana

$$B_1 = \frac{RT}{b} \quad (16)$$

Plot dari q_e versus $\ln C_e$ yang digunakan untuk menentukan konstanta isoterm K_t dan B_1 . C_e adalah konsentrasi kesetimbangan dalam larutan (mg/L) dan q mewakili jumlah kesetimbangan adsorpsi (mg/g). K_t adalah konstanta kesetimbangan (L/mol) yang cocok digunakan untuk energi ikatan maksimum dan konstanta B_1 berhubungan dengan bagian adsorpsi (22).

Variasi pH

Kedalam 50 ml larutan amonium (NH_4^+) dengan konsentrasi 10 mg/L dan pH awal larutan divariasi dengan range pH 4-9 dimasukkan 0,5g zeolit A dan dilakukan dengan cara yang sama seperti diatas.

Metode Kolom (Kontinyu)

0,5g granul zeolit A dimasukkan dalam kolom (Gambar 2) dan dialiri larutan ammonium dengan konsentrasi 35 mg/L, pH 5. Laju alir diatur mengikuti *down flow* dengan variasi 1mL/menit, 1,5 mL/menit dan 3mL/menit. Efluen ditampung dan diambil secara berkala tiap 6 jam. Konsentrasi amonium dalam efluen diukur dengan alat Spektrofotometer UV-vis menggunakan metode indofenol. Analisis Breakthrough dan penentuan kapasitas adsorpsi menggunakan model pendekatan Thomas dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{C_t}{C_o} = \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{K_{Th}}{Q} (q_o X - C_o V_{eff})\right)} \quad (17)$$

K_{Th} adalah konstanta laju Thomas ($\text{ml.menit}^{-1} \text{mg}^{-1}$), q_o adalah kapasitas adsorpsi (mg/ g), X adalah jumlah adsorben dalam kolom (g), V_{eff} adalah volum effluen (ml), C_o adalah konsentrasi influen (mg/L), C_t adalah konsentrasi effluen pada waktu t (mg/L) dan Q adalah laju alir (ml menit⁻¹)

Bentuk linier dari model Thomas adalah sebagai berikut:

$$\ln\left(\frac{C_o}{C_t} - 1\right) = \frac{K_{Th} q_o X}{Q} - \frac{K_{Th} C_o}{Q} V_{eff} \quad (18)$$

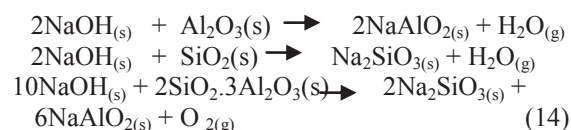
$$\ln\left(\frac{C_o}{C_t} - 1\right) = \frac{K_{Th} q_o X}{Q} - K_{Th} C_o t \quad (19)$$

Koefisien kinetika K_{Th} dan kapasitas adsorpsi kolom q_o dapat ditentukan dari plot $\ln[(C_o/C_t)-1]$ versus t pada laju alir tertentu (Aksu dan Gonen, 2004). Waktu *breakthrough* dan *exhaust* diperoleh pada saat $C_t = 50\%C_o$ dan $C_t = 99\%C_o$

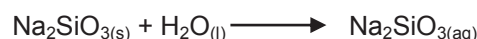
HASIL DAN PEMBAHASAN

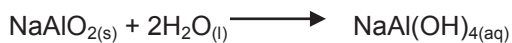
Sintesis dan Karakterisasi Zeolit A

Zeolit A sintetis dari abu dasar mengikuti metode penelitian yang pernah dilakukan oleh Yanti (23). Prinsip metode peleburan ini adalah mereaksikan bahan dasar dengan basa alkali seperti NaOH pada suhu tinggi yang bertujuan merubah silika dan alumina dalam abu membentuk produk garam silikat dan aluminat yang mudah larut. Reaksi yang terjadi selama proses peleburan antara komponen abu SiO_2 dan Al_2O_3 dengan NaOH adalah sebagai berikut:

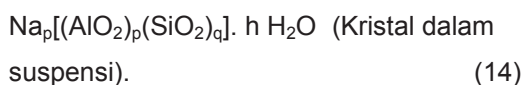
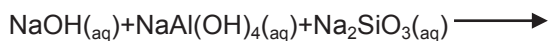


Selanjutnya adalah pelarutan Si dan Al. Reaksi yang terjadi pada pelarutan ditunjukkan pada persamaan reaksi berikut :





Proses kristalisasi yang berlangsung dapat ditunjukkan pada persamaan reaksi berikut:



Zeolit hasil sintesis dianalisa menggunakan difraksi sinar X (XRD) dan SEM seperti pada Gambar 1.b dan 3.a. Pola difraksi tersebut dicocokkan dengan *Data Base Joint Committee on Powder Diffraction Standards (JCPDS) 1997* dengan nomor seri PDF 39-0222 untuk zeolit-A. Kesamaan menunjukkan bahwa struktur zeolit yang dihasilkan pada penelitian ini merupakan zeolit A $[\text{Na}_{96}(\text{AlO}_2)_{96}(\text{SiO}_2)_{96} \cdot 216\text{H}_2\text{O}]$ yang berbentuk kubik.

Mekanisme Penghilangan Amonium

Mekanisme penghilangan amonium menggunakan zeolit termasuk reaksi pertukaran ion dimana zeolit mempunyai muatan negatif akibat adanya perbedaan muatan antara Si^{4+} dengan Al^{3+} . Muatan negatif ini muncul karena atom Al yang bervalensi 3 harus mengikat 4 atom oksigen yang lebih elektronegatif dalam kerangka zeolit. Dengan adanya muatan negatif ini maka zeolit mampu mengikat kation dengan ikatan yang lemah seperti kation Na. Karena lemahnya ikatan inilah maka zeolit bersifat sebagai penukar kation yaitu kation Na yang tergantikan posisinya dengan ion amonium (NH_4^+). Adsorpsi kation amonium ini terjadi pada permukaan dengan gugus hidroksil pada zeolit dan kombinasi muatan positif dari kation amonium dan muatan negatif pada permukaan zeolit. Mekanisme reaksi pertukaran ion amonium dengan zeolit adalah sebagai berikut:



Morfologi permukaan zeolit A setelah adsorpsi dianalisis menggunakan SEM, ditunjukkan pada Gambar 3.b.

Kinetika adsorpsi

Model kinetika adsorpsi amonium oleh zeolit A ditentukan dari data waktu optimum. Model kinetika dipakai untuk menjelaskan mekanisme dari adsorpsi, yang tergantung pada karakteristik fisika dan atau kimia dari adsorben seperti halnya proses transfer massa. Nilai parameter adsorpsi kinetik dari lima model kinetika dirangkum dalam Tabel 1 dengan kondisi proses: jumlah adsorben 0,5 gram, volume 50 mL, konsentrasi awal 10mg/L, $T=32^\circ\text{C}$ dan pH 6,5. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa adsorpsi ion amonium (NH_4^+) menggunakan zeolit A mengikuti model orde dua semu. Hal ini dapat disimpulkan dari nilai R^2 model orde dua semu yaitu 0,997. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian dari Lei (10) untuk adsorpsi ion amonium menggunakan zeolit (*natural Chinese zeolite*).

Isoterm adsorpsi

Model isoterm adsorpsi ammonium oleh zeolit A ditentukan dari data hasil variasi konsentrasi. Model isoterm ini digunakan untuk mengetahui jenis adsorpsi yang terjadi. Data ini sangat bermanfaat untuk mengetahui apakah adsorben yang digunakan dapat diregenerasi ulang atau tidak. Nilai parameter adsorpsi isoterm dari beberapa model isoterm adsorpsi dirangkum dalam Tabel 2. Dari data koefisien korelasi (R^2) dari Tabel 2 tersebut diketahui bahwa adsorpsi ion amonium (NH_4^+) oleh zeolit A lebih mengikuti model adsorpsi isotherm Temkin ($R^2= 0.958$). Adsorpsi Temkin ini berasumsi bahwa adsorpsi pada semua molekul pada permukaan adsorbat akan menurun linier dengan jumlah interaksi antara adsorbat yang menutupi permukaan

adsorben dan adsorpsinya dikarakterisasi dengan energi sampai energinya maksimum (22).

Adsorpsi Tempkin berlaku pada permukaan yang heterogen dan mempunyai sifat yang irreversibel. Adsorpsi Tempkin merupakan penurunan dari adsorpsi Langmuir dimana adsorpsi Tempkin berlaku untuk permukaan heterogen sedangkan adsorpsi Langmuir berlaku untuk permukaan homogen

Pengaruh Laju Alir pada Kurva *Breakthrough* dan Aplikasi Model Thomas

Pengambilan data pada metode kolom dilakukan dengan mengatur laju alir influen. Kapasitas maksimum kolom merupakan banyaknya adsorbat yang tertahan pada adsorben dalam kolom. Hasil perhitungan menggunakan pendekatan model Thomas pada kondisi optimum pengambilan ammonium : konsentrasi awal influen 35 mg/L, pH 5 dan pada suhu kamar, ditampilkan pada Tabel 3. Sedangkan kurva *breakthrough* ditampilkan pada Gambar 4. Dari Tabel 3 tersebut dapat ditunjukkan bahwa efisiensi penghilangan amonium berkurang dengan kenaikan laju, dimana nilai kapasitas adsorpsi (q_0), waktu *breakthrough* (t_b) dan waktu *exhaust* (t_s) berkurang dengan kenaikan laju dari 0,06 L/jam, 0,09 L/jam dan 0,12 L/jam. Hal ini disebabkan waktu kontak hidraulik dan kontak antara sampel (adsorbat) dengan zeolit berkurang dengan kenaikan laju. Semakin besar laju alir influen, waktu kontak antara adsorben dan adsorbat berkurang sehingga pengambilan amonium kurang efektif dan efisien.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: abu dasar dapat ditransformasi menjadi zeolit A dengan metode peleburan diikuti hidrotermal. Zeolit A

hasil sintesis dapat mengadsorpsi ammonium hingga 17,72 mg/g dengan metode kolom pada konsentrasi awal 35 mg/L, pH 5, laju alir 0,06 L/jam. Kinetika adsorpsi mengikuti model pseudo orde dua, isotherm adsorpsi mengikuti model Temkin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. DIKTI yang telah mendukung penelitian dalam program Hibah Pasca
2. Laboratorium Energi dan Rekayasa Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas dukungan fasilitas yang diperlukan dalam penelitian ini.
3. PT IPMOMI Paiton, sebagai penyedia abu dasar batubara

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aksu, Z. and I.A. Isoglu, 2004. "Removal of copper(II) ions from aqueous solution by biosorption onto agricultural waste sugar beet pulp". *J. Process Biochem.*, 40: 3031-3044.
- [2] Atminingsih, Herlina, 2009, "Sintesis Zeolit Dari Abu Dasar Batubara Dengan Metode Hidrotermal Langsung", *Tesis*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- [3] Barrer, R.M. (1982), "Hydrothermal Chemistry of Zeolites", *Academic Press Inc*, London.
- [4] Chandrasekar, dkk.,(2008) "Synthesis of hexagonal and cubic mesoporous silica using power plant bottom ash". *Microporous and Mesoporous materials*. Vol 111, p 455-462
- [5] Chunfeng ,dkk.,(2000) "Evaluation of zeolites synthesized from fly ash as potential adsorbents for wastewater containing heavy metals", *Journal of Environmental Sciences*, 21(2009) 127-136
- [6] Hamdan, H., (2003), "Design And Molecular Engineering of Nanostructured Zeolites and Mesomorphous Materials: *Isbn* 983-52-0301-6". • 44

- [7] Hasri dan Mudasir, (2002), "Study of The Effect of Ethanol Addition And Solution Heating on The Determination of Ammonia in Water by Indophenol Method", *Indonesian Journall of Chem*, 2(2), 97-101
- [8] Jorgensen, S(1976), "Ammonia Removal by Use of Clinoptilolite", *Water Research*, vol.10, hal.213-224
- [9] Karthikeyan, G., Anbalagan, K., Andal, N.M., (2004), Adsorption Dynamics and equilibrium Studies of Zn(II) onto Chitosan. *Indian J. Chem. Sci.*, 116, 2, pp. 119-127
- [10] Lei, Lecheng, dkk (2008) "Ammonium Removal from Aqueous Solutions Using Microwave Treated Natural Chinese Zeolite", *Separation and Purification Technology*, vol. 58, hal. 359-366
- [11] Londar, (2009), "Sintesis zeolit karbon dari abu dasar PT. IPMOMI Paiton dengan menggunakan metode hidrotermal langsung", *Tesis*, Jurusan Kimia FMIPA ITS, Surabaya
- [12] Molina, A. dan Poole, C. (2004) "A Comparative Study Using Two Methods To Produce Zeolites from Fly Ash", *Minerals Engineering*, vol.17, hal. 167-173
- [13] Nikmah, Syukuri, 2009, "Sintesis Zeolit A Dari Abu Dasar Bebas Sisa Karbon Dari PLTU PT. IPMOMI Dengan Metode Hidrotermal Langsung", *Tesis*, ITS, Surabaya
- [14] Ojha, K., Pradhan, N. dan Samanta, A. N. (2004), "Zeolite from Fly Ash: Synthesis and Characterization", *Bull. Mater. Sci. Indian Academy of Sciences*, Vol. 27, No. 6, hal. 555-564.
- [15] Querol, X., Moreno, N., Umana, J.C., Alastuey, A., Hernandez, E., Soler, A.L., Plana, F., (2002), "Synthesis of Zeolites From Coal Fly Ash: An Overview", *International Journal of Coal Geology* 50, hal. 413-423.
- [16] Rozic, M, dkk, (2000), "Ammonical Nitrogen Removal From Water by Treatment With Clays and Zeolites", *Wt. Res.* Vol. 34. Hal. 3675-3681
- [17] Sari, Intan Permata (2010), "Adsorpsi Metilen Biru dengan Abu Dasar PT IPMOMI Paiton dan Zeolit Berkarbon", *Skripsi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- [18] Sarioglu, M (2005), "Removal of Ammonium from Municipal Wastewater Using Natural Turkish (Dogantepe) Zeolite", *Separation Purification Technology*, vol.41 hal. 1-11
- [19] Sayed, S. A. (1996), "Exchange of Zn^{2+} , V^{2+} , Cd^{2+} dan Hg^{2+} using Zeolite A and Dynonylnaphtalenesulfonate", *Zeolites*, Vol. 17, hal 261-264
- [20] Sulaymon, A dan Mahdi A, (1999), "Spherical Zeolit-Binder Agglomerates". *Trans ChemE* vol.77 part A
- [21] Wang, C.F., Li, J.S., Wang, L.J. dan Sun, X.Y. (2008), "Influence of NaOH Concentrations on Synthesis of Pure-form Zeolite A from Fly Ash Using Two-Stage Method", *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 155, hal. 58-64.
- [22] Widiastuti, N., Wu, H., Ang, M. & Zhang, D.-k, (2009), "Removal of ammonium from greywater using natural zeolite", *Desalination*
- [23] Yanti, Yuli (2009), " Sintesis zeolit A dan Zeolit Karbon Aktif dari Abu Dasar PLTU Paiton dengan Metode Peleburan", *Tesis*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [24] Zhao, Yafei, dkk (2010), "Preparation of Highly Ordered Cubic NaA Zeolite from Halloysite Mineral for Adsorption of Ammonium Ions", *Journals of Hazardous Materials*, 178, 658-664
- [25] Zheng, Hong, 2008, "Adsorption of Characteristics Ammonium Ion by Zeolit 13X". *Journal of Hazardous Materials*. Vol 158 hal.577-584

TANYA JAWAB

Nama Penanya : Daniel I.S

Nama Pemakalah : Yanik Ika W

Pertanyaan :

1. Jika abu dasar merupakan B3 apakah hasil zeolitnya juga B3?
2. Apakah juga bisa dengan abu layang?

Jawaban :

1. Karena kandungan Si & Al lebih besar dari yang lain, maka keuntungannya sebagai zeolit lebih besar.
2. Bisa.

LAMPIRAN GAMBAR DAN TABEL

Tabel 1. Model Kinetik Adsorpsi Amonium oleh Zeolit A

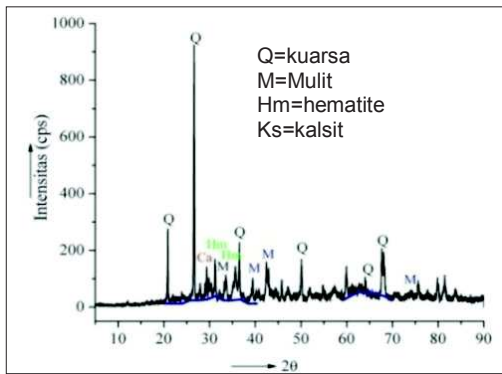
Model kinetik		Parameter		R^2
Orde satu semu	$k_f (\text{min}^{-1}) = 0,002$	$q_e (\text{mg/g})$	0,372	0,753
Orde dua semu	$h (\text{mg/g min}) = 0,073800$	$q_e (\text{mg/g})$	0,689	0,997
Bangham	$k_o (\text{mL}/(\text{g/L})) = 4,75$	α	0,205	0,532
Elovich	$\alpha (\text{mg}/(\text{g min})) = 0,55693$	$\beta (\text{g/mg})$	12,048	0,478
Difusi intra partikel	$K_{id} = 0.008$	C	0,455	0,267

Tabel 2. Model Isotherm Adsorpsi Amonium Oleh Zeolit A

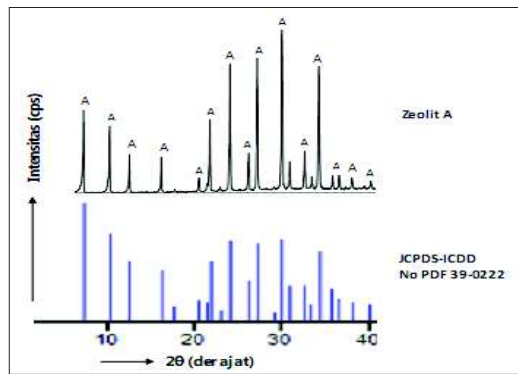
Model isotherm	Parameter		
Langmuir	K	R^2	
	0,38432	0,713	
Freundlich	K	$1/n$	R^2
	1,8493	-0,948	0,799
Tempkin	K	B	R^2
	0,0680	-0,423	0,958

Tabel 3. Nilai Kapasitas adsorpsi (q_o), Waktu breakthrough (t_b) dan waktu exhaust (t_e) pada variasi laju alir

Laju alir / Parameter	0.06L/jam	0.09L/jam	0.12L/jam
$q_o (\text{mg/g})$	17.71906	14.90178	8.59549
$T_b (\text{jam})$	5.682353	3.5588	2.0667
$T_e (\text{jam})$	48.37882	138.7118	149.9173
K_{th}	0.002429	0.000946	0.000857

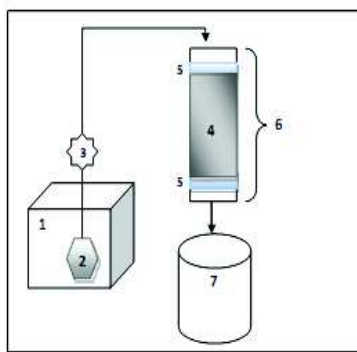


(a)



(b)

Gambar 1. Difraktogram sinar X abu dasar Batubara (a) dan zeolit A (b)

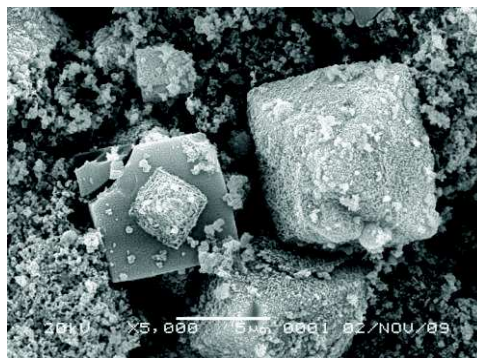


- Keterangan:
1. Influen
 2. Pompa
 3. Konektor
 4. Adsorben
 5. Glasswool
 6. Kolom kaca
 7. efluen

Gambar 2. Skema Alat Kolom (*Fixed Bed Column*)

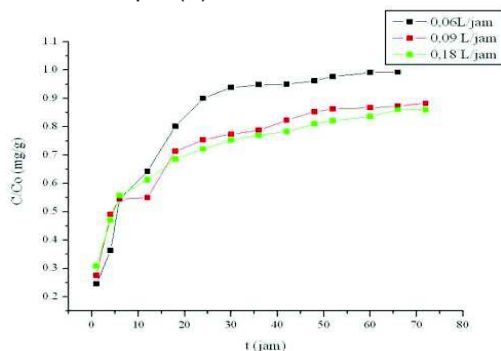


(a)



(b)

Gambar 3. Morfologi Zeolit A hasil sintesis dari abu dasar Menggunakan SEM (a) dan Morfologi Zeolit Setelah Adsorpsi (b)



Gambar 4. Kurva Breakthrough C/Co (mg/g) versus t (jam)