

PEMANFAATAN ZEOLIT DARI ABU SEKAM PADI DENGAN AKTIVASI ASAM UNTUK PENURUNAN KESADAHAN AIR

VH Putranto [✉] E Kusumastuti, Jumaeri

Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Agustus 2015
Disetujui September 2015
Dipublikasikan Oktober 2015

Keywords:
rice husk ash, water wells,
acid activation, hardness,
zeolite

Abstrak

Aktivasi menggunakan asam kuat dalam sintesis zeolit dikenal dapat meningkatkan kemampuan zeolit sebagai adsorben. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan abu sekam padi sebagai sumber silika yang diaktivasi dengan HCl 2 M pada sintesis zeolit secara hidrotermal dan memanfaatkan zeolit hasil sintesis untuk menurunkan tingkat kesadahan air sumur. Proses aktivasi dilakukan dengan menggunakan larutan HCl 2 M. Zeolit hasil sintesis diuji secara kualitatif menggunakan Spektrofotometer Inframerah (FTIR) dan Difraksi Sinar-X (XRD) kemudian dimanfaatkan untuk menurunkan kadar ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} penyebab kesadahan air dengan variasi waktu kontak (0, 20, 30, 40, 50, 60, 90, dan 120 menit) dilanjutkan variasi massa zeolit sintetis (0,05; 0,1; 0,125; 0,25; serta 0,5 gram per volume air sumur 25 ml). Hasil uji komposisi kimia dengan Fluoresensi Sinar-X menunjukkan abu sekam padi yang telah diaktivasi memiliki kadar silika (SiO_2) yang lebih tinggi yakni mencapai 95,83%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zeolit sintetis yang dihasilkan merupakan zeolit tipe NaY (*zeolite like*) dengan kristal cancrinite sebagai fasa dominan. Adsorpsi optimum ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam air sumur oleh zeolit hasil sintesis terjadi pada waktu 60 menit dengan penyerapan optimum sebesar 94,71% Ca^{2+} dan 84,55% Mg^{2+} serta pada massa adsorben optimum 0,125 gram dengan penyerapan optimum sebesar 93,02% Ca^{2+} dan 83,78% Mg^{2+} .

Abstract

Activation using a strong acid in zeolite synthesis is known can enhance the ability of zeolite as adsorbent. This study aims to utilize rice husk ash as a source of silica, which is activated with 2 M HCl in zeolite synthesis hydrothermally and apply the zeolite to reduce the level of hardness in well water. The activation process is performed by using HCl 2 M solution. Zeolite product is analyzed qualitatively using infrared spectrometer (FTIR) and X-ray Diffraction (XRD) and then used to reduce the levels of metal ions Ca^{2+} and Mg^{2+} which cause water hardness, with variation of contact time (0, 20, 30, 40, 50, 60, 90, and 120 minutes) followed by variation of zeolite mass (0.05; 0.1; 0.125; 0.25; and 0.5 gram per well water 25 ml). The chemical composition analysis by fluorescence X-rays showed that rice husk ash has been activated had higher levels of silica (SiO_2), reaching 95.83%. The results showed that the synthetic zeolites product is an NaY-type zeolite (zeolite like) with crystal cancrinite as dominant phase. The optimum adsorption of metal ions Ca^{2+} and Mg^{2+} in the well water by zeolite occurs at 60 minutes as optimum contact time with adsorption of 94.71% Ca^{2+} and 84.55% Mg^{2+} as well as 0,125 grams as optimum adsorbent mass with absorption of 93,02% Ca^{2+} and 83.78% Mg^{2+} .

© 2015 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:
Gedung D6 Lantai 2, Kampus Sekaran Gunungpati,
Semarang 50229 E-mail: verdilahuda@gmail.com

PENDAHULUAN

Sekam padi merupakan salah satu produk sampingan penggilingan padi yang melimpah. Pemanfaatan sekam padi selama ini dilakukan terbatas pada upaya untuk meningkatkan nilai ekonomis serta mengurangi dampaknya sebagai limbah. Sekam padi digunakan sebagai sumber silika, bahan bakar, media tanam, dan pemurnian air.

Sebagai sumber silika, abu sekam padi mempunyai kandungan silika sebagai komponen utama dengan persentase tinggi (85 - 98 %). Azizi & Yousefpour (2010) memanfaatkan abu sekam padi sebagai bahan baku pembuatan material zeolit dengan metode hidrotermal. Zeolit merupakan material berpori yang penggunaannya sangat luas. Kegunaan zeolit ini didasarkan atas kemampuannya melakukan pertukaran ion (*ion exchanger*), adsorpsi (*adsorption*) dan katalisator (*catalyst*) (Suardana 2008). Zeolit merupakan material silikat kristal dengan struktur yang sangat teratur dan porositasnya tinggi. Rumus umum zeolit adalah $M_{x/n}(AlO_2)_x(SiO_2)_y.z.H_2O$ (M: kation yang bervalensi n di luar kerangka yang dapat dipertukarkan) (Silalahi *et al.* 2011). Untuk mendapatkan zeolit sintesis sebagai penjerap yang baik, zeolit harus diaktivasi dengan asam kuat terlebih dahulu, yaitu dapat menggunakan HCl (Daffalla *et al.* 2012). Menurut hasil penelitian Daffalla *et al.* (2012), perlakuan dengan asam kuat (HCl) pada abu sekam padi dapat menghasilkan silika dengan kemurnian yang tinggi (lebih dari 90%).

Kesadahan pada air merupakan masalah utama yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, hal ini disebabkan oleh adanya kandungan ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang cukup tinggi. Kandungan logam-logam penyebab kesadahan air yang tinggi tersebut dapat menyebabkan masalah seperti berkurangnya pembasahan sehingga proses pencucian tidak maksimal, perabotan rumah tangga cepat berkarat dan rusak serta pemborosan penggunaan sabun (Widayat 2002). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aktivasi dengan HCl 2 M terhadap karakteristik zeolit dari abu sekam padi

dan untuk mengetahui waktu kontak optimum dan massa zeolit optimum dalam aplikasinya untuk penurunan kadar ion logam penyebab kesadahan air (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) pada air sumur gali.

METODE PENELITIAN

Preparasi abu sekam padi (ASP) dilakukan dengan mencuci 1 kg sekam padi dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel. Sekam padi dikeringkan di bawah sinar matahari dilanjutkan pengeringan dengan oven pada suhu $105^{\circ}C$ untuk menghilangkan kadar airnya kemudian dibakar pada suhu $600^{\circ}C$ selama 7 jam menggunakan *furnace* (Yunita 2008). Abu sekam padi diayak menggunakan ayakan 100 mesh kemudian dicuci menggunakan HCl 2 M (rasio berat per volume = 1:5) (Azizi & Yousefpour 2010). Abu sekam padi yang telah dinetralkan dan dikeringkan selanjutnya ditimbang beratnya serta diuji karakteristiknya dengan fluoresensi sinar-X (*XRF JEOL Element Analyzer JSX-3211*), difraksi sinar-X (*XRD instrument PW3 710 Shimadzu XRD 6000*), dan spektrofotometri inframerah (*FTIR Shimadzu-8201 PC*).

Sintesis zeolit dilakukan dengan metode hidrotermal menggunakan *autoclave* berdasarkan prosedur Nur (2001) yang telah dimodifikasi dengan komposisi molar: $NaOH : Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O = 17,34 : 1 : 1 : 5,62$. Larutan natrium silikat dibuat dari 2,94 g abu sekam padi yang diaktivasi dengan HCl dicampurkan dengan 16,28 g NaOH dan 50 ml aquades dalam *beaker glass* serta dipanaskan pada suhu $50^{\circ}C$ selama 3 jam. Sedangkan larutan natrium aluminat dibuat dari 4,76 g Al_2O_3 dicampurkan dengan 16,28 g NaOH dan 50 ml aquades serta dipanaskan pada suhu $50^{\circ}C$ selama 1 jam. Sintesis zeolit dilakukan dengan cara larutan natrium silikat direaksikan dengan larutan natrium aluminat dalam *autoclave* dan dipanaskan dengan oven pada suhu $160^{\circ}C$ selama 7 jam (Azizi & Yousefpour 2010). Zeolit yang dihasilkan diuji karakteristiknya menggunakan FTIR dan XRD.

Zeolit sintesis yang dihasilkan diuji kemampuan adsorpsinya untuk menurunkan kadar ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam air sumur. Air sumur

dipreparasi dengan ditambahkan 10 ml HNO₃ pekat/liter lalu diukur kadar ion logam Ca²⁺ dan Mg²⁺ sebelum serta setelah adsorpsi menggunakan AAS *model Analyst 100 Perkin Elmer*. Zeolit sintetis ditimbang 0,125 gr kemudian dimasukkan ke dalam 25 ml sampel air sumur dan diaduk dengan *shaker* dengan variasi waktu kontak adsorpsi selama 0, 20, 30, 40, 50, 60, 90, dan 120 menit. Campuran larutan didiamkan selama 45 menit dan filtratnya diukur kandungan ion logam Ca²⁺ dan Mg²⁺ menggunakan AAS. Masing-masing zeolit dengan variasi massa 0,05; 0,1; 0,125; 0,25; dan 0,5 gram dimasukkan ke dalam 5 buah Erlenmeyer dan ditambahkan 25 ml sampel air sumur. Campuran larutan di aduk dengan *shaker* selama 60 menit lalu didiamkan selama 45 menit dan filtratnya diukur kandungan

ion logam Ca²⁺ dan Mg²⁺ menggunakan AAS (Kristiyani *et al.* 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

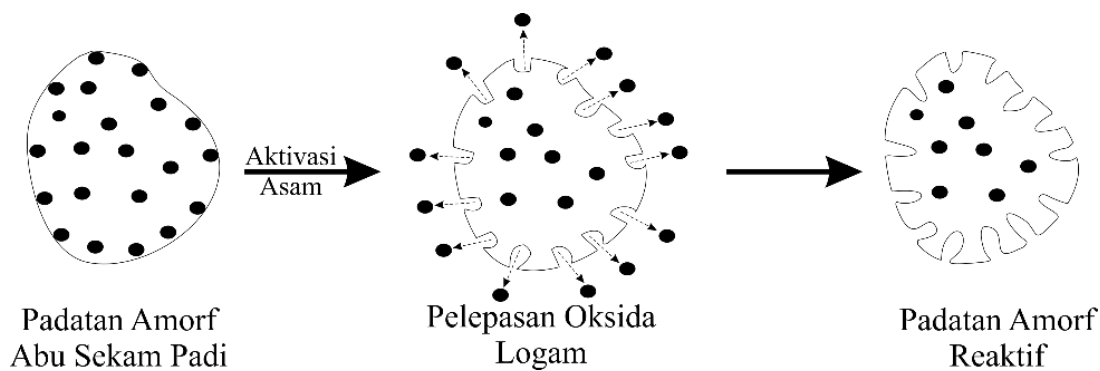
Hasil analisis dengan XRF menunjukkan bahwa kadar SiO₂ awal pada abu sekam padi sebelum diaktivasi sebesar 88,57% dan setelah diaktivasi meningkat menjadi 95,83% seperti yang terlihat pada Tabel 1. Penggunaan HCl 2 M dalam aktivasi abu sekam berfungsi untuk melepaskan senyawa-senyawa logam pengotor sehingga meningkatkan kemurnian kandungan silikanya dan membuat karakteristiknya menjadi lebih baik lagi. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Daffalla *et al.* (2012).

Tabel 1. Analisis kandungan kimia abu sekam padi menggunakan XRF

No.	Komponen	Abu Sekam Padi (%)	Abu Sekam Padi Aktivasi HCl (%)
1.	SiO ₂	88,57	95,83
2.	Al ₂ O ₃	1,85	1,14
3.	K ₂ O	2,85	0,71
4.	CaO	1,92	0,39
5.	Fe ₂ O ₃	1,64	0,34
6.	P ₂ O ₅	1,60	0,58
7.	SO ₃	0,92	0,37
8.	Cl	0,45	0,40
9.	MnO	0,23	0,07
10.	TiO ₂	0,13	0,08
11.	ZnO	0,03	0,02
12.	V ₂ O ₅	0,02	0,01
13.	SrO	0,01	-
14.	CuO	0,01	-
15.	Nd ₂ O ₃	-	-

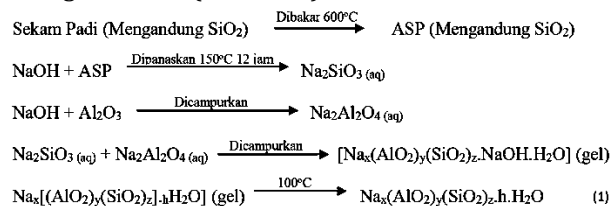
Prinsip aktivasi dengan asam kuat pada abu sekam padi mengacu hasil penelitian Tao *et al.* (2006). Aktivasi berpengaruh pada kristalinitas dan ukuran pori material amorf karena pelepasan oksida-oksida logam seperti Al₂O₃, K₂O, Fe₂O₃, dan sebagainya pada permukaan partikel abu sekam padi. Gambar 1 memperlihatkan bahwa oksida-oksida logam yang sebelumnya menempel pada

padatan amorf abu sekam padi setelah diaktivasi dengan asam kuat akan terlepas dari padatan amorf tersebut dan meninggalkan rongga bekas tempat ikatannya sebelumnya. Adanya beberapa rongga tersebut menyebabkan padatan amorf memiliki luas permukaan yang semakin besar dan semakin tidak stabil sehingga menjadi lebih reaktif.



Gambar 1. Aktivasi dengan asam kuat pada abu sekam padi (Sumber: Tao *et al.* 2006)

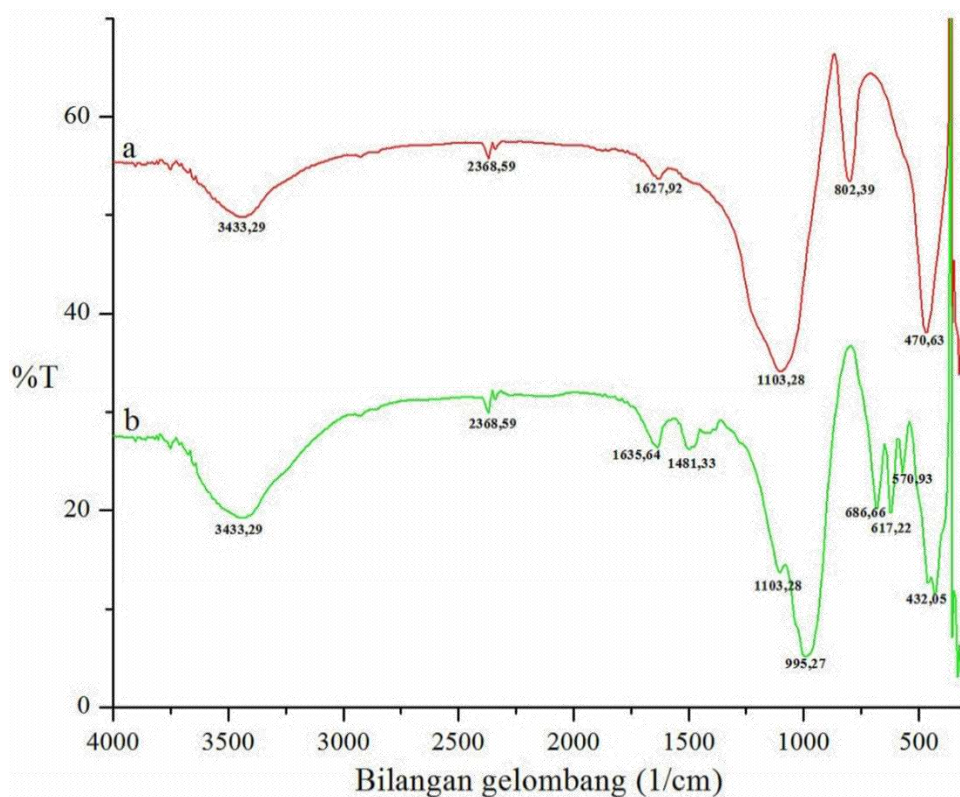
Abu sekam padi yang telah diaktivasi digunakan dalam sintesis zeolit direaksikan dengan NaOH untuk membentuk natrium silikat dan selanjutnya direaksikan dengan natrium aluminat dalam kondisi hidrotermal. Mekanisme yang terjadi pada saat kedua larutan tersebut direaksikan adalah terlarutnya sedikit padatan dalam air, difusi zat terlarut, dan timbulnya senyawa yang berbeda dari padatan terlarut. Proses ini meliputi modifikasi tekstur atau struktur pada suatu padatan dan akan mengurangi energi bebas dalam sistem. Perubahan tekstur tersebut akan menyebabkan reduksi pada luas permukaan dan meningkatkan ukuran partikel serta pori (Jumaeri *et al.* 2007). Adapun reaksi sintesis zeolit dari abu sekam padi dapat dituliskan sebagai berikut (Nur 2001):



Fungsi NaOH yang ditambahkan dalam sintesis zeolit tidak hanya bekerja sebagai reagen saja tetapi juga sebagai *metalizer* (materi pendukung) dan sebagai *mineralizer*. Dalam sintesis

zeolit tersebut penambahan NaOH yang berfungsi sebagai *metalizer* dikarenakan pada struktur zeolit terbentuk muatan negatif berlebih pada ion aluminium sehingga dibutuhkan kation-kation pendukung di luar rangka untuk menetralkannya. Kation Na^+ juga berperan penting dalam pembentukan zeolit (Ojha 2004). Penambahan NaOH sebagai *mineralizer* dalam sintesis zeolit tersebut dikarenakan kapasitas air sebagai pelarut pada suhu yang tinggi seringkali tidak mampu untuk melarutkan zat dalam proses pengkristalan. Oleh karena itu perlu ditambahkan *mineralizer* berupa NaOH. *Mineralizer* yaitu suatu senyawa yang ditambahkan pada larutan yang encer untuk mempercepat proses pengkristalan dengan cara meningkatkan kemampuan melarutnya, sehingga yang biasanya tidak dapat larut dalam air dengan ditambahkannya *mineralizer* dapat menjadi larut (Jumaeri *et al.* 2007).

Karakterisasi menggunakan metode spektroskopi FTIR digunakan untuk menentukan gugus fungsi dari abu sekam padi dan zeolit hasil sintesis. Karakterisasi dilakukan pada bilangan gelombang antara $400\text{-}4000 \text{ cm}^{-1}$ yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Spektrum infra merah (a) Abu sekam padi sebelum aktivasi dan (b) Zeolit sintetis aktivasi dengan HCl 2 M

Hasil analisis FTIR yang disajikan pada Gambar 2 menunjukkan adanya beberapa gugus pembentuk zeolit seperti silika dan alumina pada abu sekam padi maupun zeolit sintetis yaitu dengan munculnya pita serapan pada daerah $3433,29\text{ cm}^{-1}$, $1627,92\text{ cm}^{-1}$, $1103,28\text{ cm}^{-1}$, dan $470,63\text{ cm}^{-1}$ untuk abu sekam padi. Pita serapan $3433,29\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi rentang -OH dan pada pita serapan $1627,92\text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi OH tekukan. Hal ini menunjukkan adanya ikatan hidrogen dalam molekul H_2O yang ada dalam abu sekam padi. Adanya gugus yang mengandung vibrasi T-O-T (T=Si atau Al) ditunjukkan oleh pita serapan $1103,28\text{ cm}^{-1}$ dan merupakan daerah sidik jari gugus SiO dan AlOH. Pita serapan $470,63\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi tekuk ikatan T-O (T=Si atau Al).

Pita serapan pita serapan yang muncul dari zeolit hasil sintesis secara hidrotermal yaitu pada daerah $3433,29\text{ cm}^{-1}$, $1635,64\text{ cm}^{-1}$, $1103,28\text{ cm}^{-1}$, dan $432,05\text{ cm}^{-1}$. Adanya vibrasi rentang -OH pada

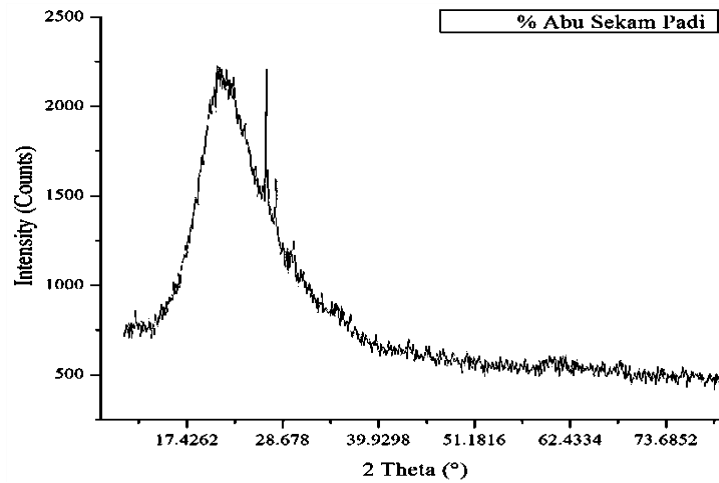
kedua zeolit sintetis ditunjukkan oleh pita serapan $3433,29\text{ cm}^{-1}$. Sedangkan keberadaan molekul H_2O pada zeolit ditandai dengan pita serapan $1635,64\text{ cm}^{-1}$. Pada pita serapan $1103,28\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus yang mengandung vibrasi T-O-T (T=Si atau Al) dari zeolit hasil sintesis dan merupakan daerah sidik jari gugus SiO dan AlOH. Pita serapan $432,05\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi tekuk ikatan T-O (T=Si atau Al). Zeolit hasil sintesis hidrotermal menunjukkan adanya pembukaan pori yaitu pada pita serapan $331,76\text{ cm}^{-1}$ yang disebabkan oleh melemahnya ikatan Si-O sehingga menyebabkan zat pengotor yang berada pada pori lepas dan pori semakin bersih (Ghofur *et al.* 2014). Adanya pembukaan pori tersebut pada zeolit hasil sintesis menunjukkan bahwa produk hidrotermal sintesis zeolit lebih efektif kemampuan adsorpsinya dalam menurunkan ion logam penyebab kesadahan air (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) (Jumaeri *et al.* 2007).

Hasil karakterisasi menggunakan XRD pada abu sekam padi dapat dilakukan pada kisaran sudut

(2θ) antara 10-80 derajat dan dilihat pada Gambar 3, sedangkan pada zeolit sintetis dilakukan pada kisaran sudut (2θ) antara 10-90 derajat dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada difraktogram abu sekam padi Gambar 3 menunjukkan bahwa pada abu sekam padi mengandung senyawa SiO_2 dalam bentuk kuarsa sesuai dengan JCPDS nomor 5-0490 yang ditandai dengan puncak $2\theta = 26,7277^\circ$. Dari pola difraktogram yang telah diperoleh, abu sekam padi

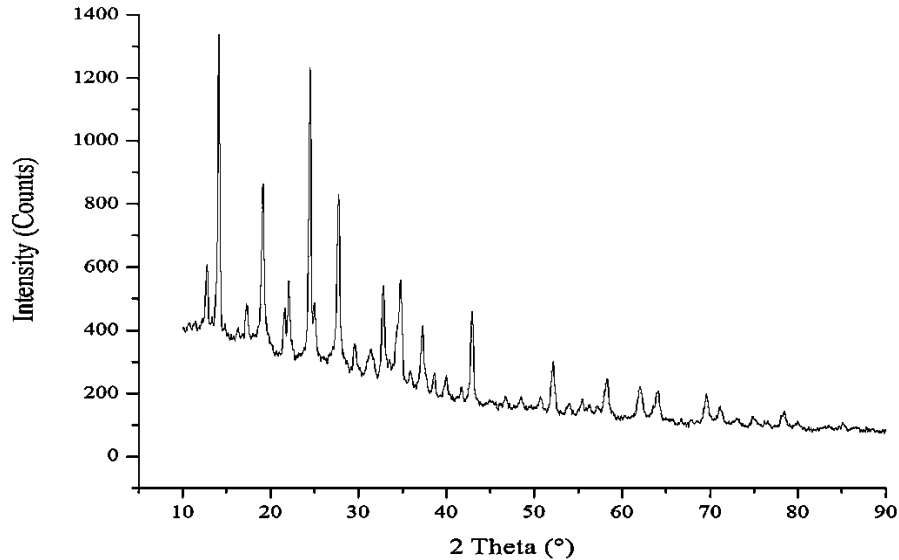
mengandung fasa amorf yang dominan. Hal tersebut ditunjukkan dengan terbentuknya puncak yang tidak terlalu tajam dengan intensitas yang relatif rendah yaitu berupa puncak yang melebar dengan bentuk rintik-rintik. Fasa amorf ditunjukkan dengan adanya gundukan pada $2\theta = 13,6756^\circ$ sampai $2\theta = 37,3794^\circ$. Menurut Nuryono (2006), silika pada fasa amorf ini lebih mudah larut jika dibandingkan dengan silika pada fasa kristal saat direaksikan dengan NaOH.



Gambar 3. Difraktogram abu sekam padi

Gambar 4 menunjukkan bahwa zeolit hasil sintetis memiliki fasa kristal dominan dan menunjukkan kemiripan pola difraktogram yang dimiliki oleh zeolit tipe Na-Y (*zeolite like*). Zeolit hasil sintesis menunjukkan kemiripan dengan standar zeolit tipe Y. Hal ini ditunjukkan dengan

adanya puncak dengan intensitas tinggi pada $2\theta = 14,1047^\circ$, $2\theta = 24,4580^\circ$, dan $2\theta = 19,1043^\circ$ sesuai dengan penelitian Wittayakun *et al.* (2008). Berdasarkan JCPDS nomor 48-1862 zeolit hasil sintesis mengandung mineral tipe *cancrinite* ($\text{Na}_6\text{Ca}_2[(\text{CO}_3)_2\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$).



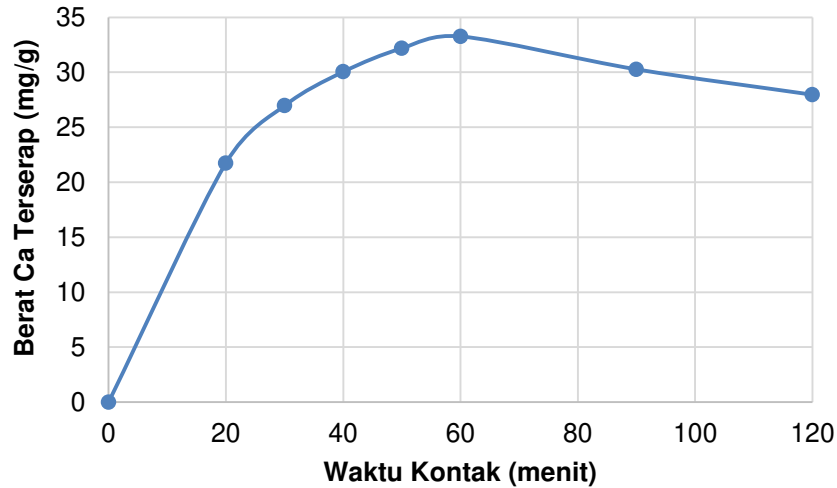
Gambar 4. Difraktogram zeolit hasil sintesis

Difraktogram zeolit hasil sintesis menunjukkan adanya peningkatan intensitas bila dibandingkan dengan difraktogram pada abu sekam padi yang mengindikasikan bahwa fasa amorf telah berubah menjadi fasa kristal. Hal ini ditandai oleh pola puncak pada difraktogram Gambar 3 yang semakin menghilang dan puncak yang muncul semakin tinggi intensitasnya pada Gambar 4. Hal ini disebabkan karena asam kuat HCl telah melepaskan logam pengotor yang ada pada abu sekam padi saat proses aktivasi awal sebelum sintesis zeolit dilakukan. Sehingga hanya menyisakan lebih banyak silika yang merupakan komponen utama dalam pembentukan kristal zeolit.

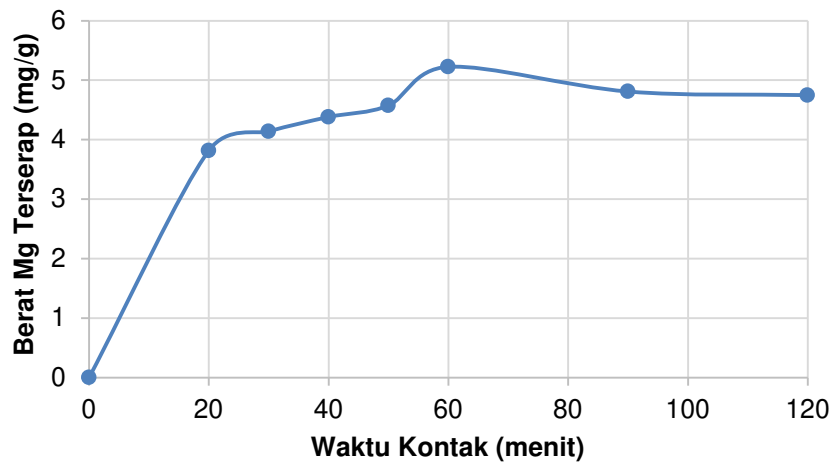
Dalam pemanfaatannya untuk menurunkan kandungan ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada air sumur, zeolit digunakan sebagai adsorben dengan pengaruh variasi waktu kontak dan pengaruh variasi massa zeolit per volume air sumur. Hasil uji dengan AAS menunjukkan bahwa kandungan ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} sampel air sumur tersebut yaitu 175,862 mg/L dan 30,9661 mg/L. Air sumur tersebut tergolong ke dalam kriteria cukup sadah (Widayat 2002), namun

masih berada di bawah batas maksimal kesadahan yang ditetapkan oleh Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 sebesar 500 mg/L.

Hasil uji zeolit sebagai adsorben dengan variasi waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 5 (untuk Ca^{2+}) dan pada Gambar 6 (untuk Mg^{2+}). Pada Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan bahwa pada zeolit sintesis memiliki kemampuan menyerap ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang hampir sama dengan waktu terbaik saat adsorpsi yang sama yaitu pada 60 menit. Pada variasi waktu kontak adsorpsi ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak adsorpsi akan menyebabkan berat ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang terserap oleh zeolit semakin besar hingga mencapai waktu kontak adsorpsi optimal selanjutnya akan mengalami penurunan. Adsorpsi oleh zeolit sintesis menunjukkan hasil penurunan konsentrasi ion logam Ca^{2+} saat mencapai waktu optimum yaitu sebesar 166,3338 mg/L atau (94,71%) dan penurunan konsentrasi ion logam Mg^{2+} saat mencapai waktu optimum yaitu sebesar 26,1269 mg/L (84,55%).



Gambar 5. Grafik berat Ca²⁺ terserap terhadap pengaruh waktu kontak adsorpsi zeolit



Gambar 6. Grafik berat Mg²⁺ terserap terhadap pengaruh waktu kontak adsorpsi zeolit

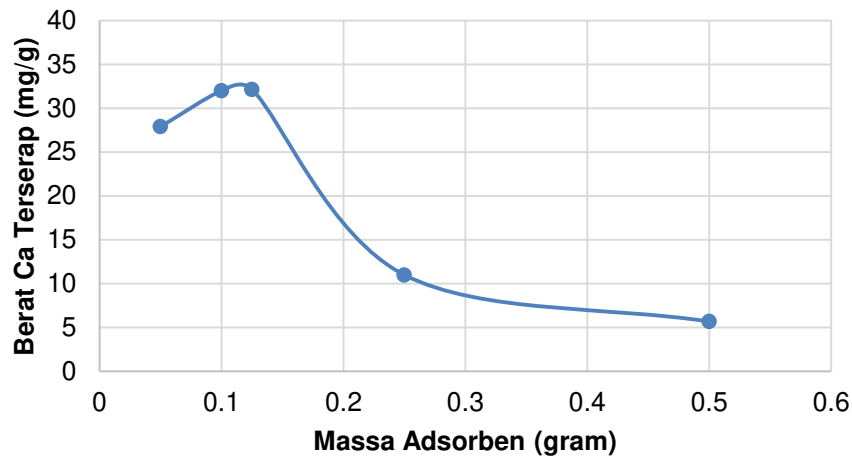
Pada saat awal adsorpsi antara waktu kontak 0 menit hingga 20 menit, zeolit menunjukkan adanya peningkatan kemampuan adsorpsi yang sangat cepat. Hal ini disebabkan karena pada awal adsorpsi hingga mencapai waktu 20 menit kondisi permukaan adsorben yang masih bersih sehingga menyebabkan proses adsorpsi berlangsung sangat cepat dan selanjutnya meningkat perlahan. Proses adsorpsi setelah mencapai waktu kontak 60 menit yaitu pada waktu kontak 90 menit hingga 120 menit dari kedua zeolit tersebut sama-sama mengalami penurunan kemampuan adsorpsi yang ditandai dengan berat Ca²⁺ dan Mg²⁺ yang terserap semakin sedikit pada waktu kontak 120 menit.

Namun pada saat setelah mencapai waktu kontak optimum (60 menit) terjadi penurunan penyerapan ion logam Ca²⁺ dan Mg²⁺ yang disebabkan interaksi antara ion logam dengan zeolit telah lewat jenuh dimana ion logam Ca²⁺ dan Mg²⁺ yang teradsorpsi oleh zeolit yang diaktivasi dengan HCl terlalu lama sehingga menyebabkan proses adsorpsi terhenti. Interaksi tersebut mengakibatkan terjadinya tumbukan antara partikel adsorben dengan partikel adsorbat secara cepat dan kontinyu, sehingga ada kemungkinan adsorbat akan dilepas kembali oleh adsorben. Selain itu pada proses adsorpsi yang relatif lama menyebabkan pori-pori adsorben mengalami penyusutan kembali yang juga

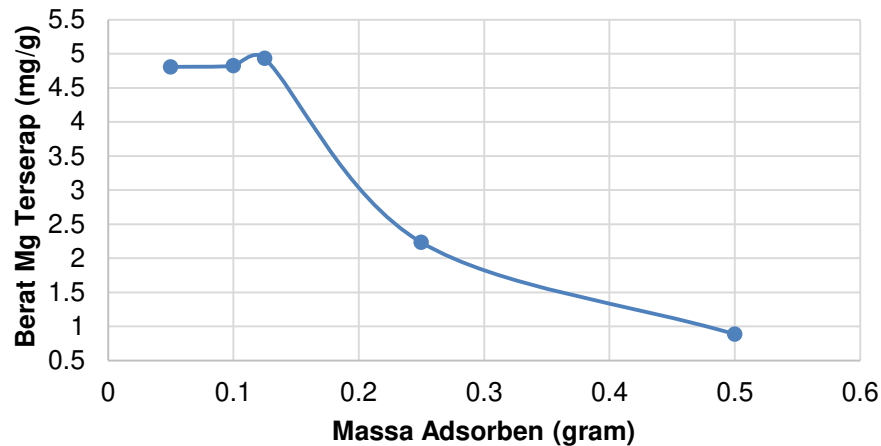
memungkinkan adsorbat yang teradsorpsi dilepaskan kembali dalam larutan (Yulianto 2011).

Hasil uji zeolit sebagai adsorben dengan varisasi massa zeolit per volume air sumur dapat dilihat pada Gambar 7 (untuk Ca^{2+}) dan pada Gambar 8 (untuk Mg^{2+}). Pada Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan bahwa pada zeolit memiliki kemampuan menyerap ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+}

yang hampir sama dan massa zeolit optimum saat adsorpsi yaitu pada 0,125 gram. Adsorpsi oleh zeolit sintetis menunjukkan penurunan konsentrasi ion logam Ca^{2+} saat mencapai massa optimum 0,25 gram adsorben yaitu sebesar 160,6887 mg/L atau (93,02%) dan penurunan konsentrasi ion logam Mg^{2+} saat mencapai massa optimum yaitu sebesar 24,6561 mg/L atau (83,78%).



Gambar 7. Grafik Berat Ca^{2+} Terserap Terhadap Pengaruh Massa Zeolit Per Volume Air Sumur



Gambar 8. Grafik Berat Mg^{2+} Terserap Terhadap Pengaruh Waktu Kontak Adsorpsi

Jumlah ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang terserap oleh zeolit meningkat seiring bertambahnya massa zeolit hingga mencapai jumlah optimum 0,125 gram dalam 25 mL air sumur dan mengalami penurunan kapasitas adsorpsi pada titik 0,25 dan 0,5 gram adsorben. Semakin besar rasio massa zeolit terhadap larutan artinya semakin banyak partikel

adsorben yang digunakan, maka semakin banyak pula sisi aktif pada partikel adsorben yang menyerap ion logam sehingga semakin banyak pula adsorbat yang terjerap pada permukaan partikel adsorben.

Variasi massa zeolit per volume air sumur ini menunjukkan bahwa jumlah massa zeolit yang melebihi massa optimum (0,25 dan 0,5 gram

adsorben) tidak sebanding dengan jumlah volume sampel air sumur yang hanya 25 ml sehingga menyebabkan tumbukan yang terjadi saat adsorpsi tidak berlangsung dengan efektif dan memungkinkan adanya adsorbat yang telah diserap akan dilepaskan kembali oleh adsorben kemudian menyebabkan berat ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang terserap oleh zeolit menjadi menurun seiring bertambahnya massa zeolit.

PENUTUP

Pengaruh aktivasi menggunakan asam kuat HCl 2 M pada proses sintesis zeolit abu sekam padi dapat meningkatkan kadar SiO_2 abu sekam padi mencapai 95,83%. Zeolit yang dihasilkan merupakan zeolit tipe NaY (*zeolite like*) dengan kristal *cancrinite* ($\text{Na}_6\text{Ca}_2[(\text{CO}_3)_2\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sebagai fasa dominan. Penggunaan HCl 2 M untuk mengaktivasi abu sekam padi yang digunakan sebagai bahan utama dalam sintesis zeolit dapat meningkatkan tingkat kristalinitasnya. Selain itu kemampuan menurunkan kadar ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada air sumur sangat baik dengan penurunannya sebesar 166,3338 mg/L atau (94,71%) dan 26,1269 mg/L (84,55%) untuk waktu kontak adsorpsi optimum 60 menit serta untuk massa optimum 0,125 gram sebesar 160,6887 mg/L atau (93,02%) dan 24,6561 mg/L atau (83,78%).

DAFTAR PUSTAKA

- Azizi SN & Yousefpour M. 2010. Synthesis of zeolites NaA and analcime using rice husk ash as silica source without using organic template. *J Mater Sci* 45: 5692-5697.
- Daffalla SB, Mukhtar H, & Shaharun MS. 2012. Effect of organic and inorganic acid pretreatment on structural properties of rice husk and adsorption mechanism of phenol. *Int J Chem and Environ Eng* 3(3): 192-200.
- Ghofur A, Atikah, Soemarmo, & Hadi A. 2014. Karakterisasi Fly Ash Batubara Sebagai Bahan Katalitik Konverter Dalam Mereduksi Gas Buang HC dan CO Kendaraan Bermotor. *Prosiding SNST* 5: 33-37.
- Jumaeri, Astuti W, & Lestari WTP. 2007. Preparasi dan karakterisasi zeolit dari abu layang batubara secara alkali hidrotermal. *Reaktor* 11(1): 38-44.
- Kristiyani D, Susatyo EB, & Prasetya AT. 2012. Pemanfaatan zeolit abu sekam padi untuk menurunkan kadar ion Pb^{2+} pada air sumur, *Indo J Chem Sci* 1(1): 13-19.
- Nur H. 2001. Direct synthesis of NaA zeolite from rice husk ash and carbonaceous rice husk ash, *Indo J Agri Sci* 1: 40-45.
- Nuryono. 2006. Pembuatan dan Karakteristik Silika Gel Dari Abu Sekam Padi dengan Asam Sitrat dan Asam Klorida, *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*, Semarang, Jurusan Kimia FMIPA UNNES.
- Ojha K, Pradhan NC, & Samanta AN. 2004. Zeolite from fly ash: synthesis and characterisation, *Indian Acad Sci* 27(6): 555-564.
- Silalahi IH, Sianipar A, & Sayekti E. 2011. Modifikasi zeolit alam menjadi material katalis perengkah. *Jurnal Kimia Mulawarman* 8(2): 89-93.
- Suardana IN. 2008. Optimalisasi daya adsorpsi zeolit terhadap ion kromium(III). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Sains & Humaniora* 2(1): 17-33.
- Tao Y, Kanoh H, Abrams L, & Kaneko K. 2006. Mesopore-modified zeolites: preparation, characterization, and applications. *Chem Rev* 106(3): 896-910.
- Widayat W. 2002. Teknologi pengolahan air sadah. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 3(3): 256-266.
- Wittayakun J, Khemthong P, & Prayoonpokarach S. 2008. synthesis and characterization of zeolite nay from rice husk ash. *Korean J Chem Eng* 25(4): 861-864.
- Yunita I. 2008. Pengaruh Waktu Reaksi Pada Sintesis Zeolit Dari Abu Sekam Padi Serta Aplikasinya Sebagai Penukar Ion. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Semarang, Jurusan Kimia FMIPA UNNES.