



Artikel Penelitian

Pemanfaatan Zeolit *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* (Zeolit-Sdbs) Dari Abu Sekam Padi Sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb)

Kurnia Ramadani*, Sjamsiah, Putriani, Syarifah Rabiatal Adawiah

Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia, 92118

INFO ARTIKEL**ABSTRAK****Riwayat Artikel**

Diterima 08 Juli 2022

Direvisi 15 Oktober 2022

Tersedia online 29 Maret 2023

Zeolite is mineral rocks composed of silica and alumina. The highest source of silica can be obtained from rice husk which is the outermost part of the harvested grain. This research aims to determine the magnitude of the absorption of zeolite-SDBS from rice husk ash to Pb. Methode used is a hydrothermal at the temperature of 120°C. Characterization of synthetic zeolite using XRD to determine zeolite purity and crystalline and analysis of adsorption results using AAS. The results of the research using XRD showed that in ZS1 there were sodalite compounds, and ZS2 and ZS3 contained zeolite K, zeolite (K, Ba) G and L. The results of adsorption with Pb showed efficiency levels of 99.47% (ZS1), 95.78% (ZS2) and 94.67% (ZS3).

Keywords: zeolite-SDBS, rice husk, Pb metal, adsorbent

* Email (penulis korespodensi) :

kurnia.ramadani@uin-alauddin.ac.id

Zeolit adalah batuan mineral yang tersusun dari silika dan alumina. Sumber silika tertinggi dapat diperoleh dari sekam padi yang merupakan bagian terluar dari gabah hasil panen. Penelitain ini bertujuan untuk mengetahui besarnya daya serap zeolit SDBS dari abu sekam padi terhadap logam Pb. Metode yang digunakan adalah hidrotermal pada temperatur 120°C. Karakterisasi zeolit sintesis dengan XRD untuk mengetahui kemurnian zeolit dan kristalinitasnya serta analisis hasil adsorpsi menggunakan SSA. Hasil penelitian dengan XRD menunjukkan pada ZS1 terdapat senyawa sodalit, serta ZS2 dan ZS3 terdapat zeolit K, zeolit (K, Ba) G dan L. Hasil adsorpsi dengan Pb menunjukkan tingkat efisiensi sebesar 99,47% (ZS1), 95,78% (ZS2) dan 94,67% (ZS3).

Kata kunci: zeolit-SDBS, sekam padi, logam Pb, adsorben.

1. Pendahuluan

Perkembangan pertumbuhan penduduk dan industri di Indonesia mengakibatkan bertambahnya pencemaran akibat buangan limbah industri dan domestik. Pemanfaatan logam berat pada berbagai industri menimbulkan masalah lingkungan yang cukup serius.

Logam timbal merupakan salah satu logam berat yang sudah sangat dikenal oleh masyarakat awam karena dapat menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan yaitu pencemaran. Hal ini disebabkan penggunaan logam timbal yang sangat meluas di berbagai bidang seperti timbal digunakan sebagai bahan campuran bahan bakar kendaraan, campuran cat, pestisida serta dalam industri pemurnian dan peleburan Pb. Keberadaan logam Pb di lingkungan juga dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia karena dapat menghambat kerja enzim dalam tubuh sehingga proses metabolisme tidak berjalan normal. Lebih jauh lagi dapat menyebabkan mutagen, teratogen, alergi dan karsinogen bagi tubuh manusia [1].

Berbagai metode telah banyak dilakukan dalam pengolahan limbah Pb diantaranya adsorpsi, filtrasi, presipitasi, oksidasi atau reduksi, pertukaran ion, elektrokimia dan teknologi membran. Proses adsorpsi lebih banyak dipakai dalam pengolahan karena mempunyai beberapa keuntungan, yaitu efektif, metodenya sederhana, dapat diregenerasi, biaya operasional yang murah dan juga tidak adanya produk samping yang berbahaya serta kemampuannya dalam mereduksi bahan-bahan organik juga lebih baik [2].

Adsorpsi merupakan suatu proses melekatnya atau terkumpulnya zat yang terserap pada permukaan adsorben dikarenakan adanya gaya tarik antar molekul adsorbat dengan permukaan adsorben. Jenis adsorben alternatif yang berasal dari alam yang sering digunakan adalah sekam padi. Pemanfaatan sekam padi sebagai bahan bakar pada industri batu bata atau genteng akan menghasilkan abu dengan kadar sekitar 13,16% - 35% berat dari sekam. Limbah abu ini masih kurang dimanfaatkan, kebanyakan penggunaannya hanya terbatas sebagai abu gosok. Padahal jika dilakukan proses pembakaran secara terkontrol akan menghasilkan abu silika yang cukup tinggi sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan dalam berbagai proses kimia. Salah satunya dijadikan sebagai sumber silika dalam sintesis zeolite [3].

Abu sekam padi dari hasil analisis XRF menunjukkan nilai paling umum dari kandungan silikanya (SiO_2) adalah 94-97% dan jika nilainya di bawah atau mendekati 90% disebabkan kemungkinan adanya kontaminasi zat lain yang kandungan silikanya rendah terhadap sampel [3, 4].

Zeolit adalah salah satu mineral berupa kristal aluminosilikat dengan unsur Si dan Al sebagai komponen penyusun utamanya. Struktur kristalnya terdiri dari kerangka alumino silikat, air serta kation yang dapat disubstitusi. Pada zeolit, kation ini dapat disubstitusi oleh logam berat melalui pertukaran ion. Penggunaan zeolit secara meluas dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat karena memiliki susunan kerangka khas yang mampu memisahkan spesi target berdasarkan prinsip pertukaran ion [5].

Daya adsorpsi zeolit sangat bergantung pada ukuran pori, dimana proses terbentuknya ukuran pori tergantung dari molekul pengarah pada suatu proses hidrotermal. Proses ini melibatkan panas dan air dengan mendidihkan prekursor pada temperatur tinggi dan wadah tertutup. Penambahan surfaktan seperti SDBS akan mengarahkan pembentukan cetakan yang cukup besar dengan dikelilingi oleh ion-ion penyusun zeolit [6].

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukanlah penelitian tentang adsorpsi logam Pb dengan menggunakan zeolit-SDBS dari abu sekam padi yang diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan

Bahan pada penelitian ini yaitu *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* (SDBS) 0,25 M dan 0,5 M, abu sekam padi, padatan timbal nitrat ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$), padatan aluminium hidroksida ($\text{Al}_2(\text{OH})_3$), natrium hidroksida (NaOH) 6 M, asam klorida (HCl) 2M, akuades, kertas saring biasa dan kertas saring Whatman no. 42.

Alat pada penelitian ini yaitu XRD (Shimadzu XRD-7000), Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) (Varian AA240FS), *Shaker* (*Thermo Scientific MAXQ 2000*), autoklaf *stainless-steel*, oven, neraca analitik, *furnace*, penangas air listrik, pengaduk magnet, dan alat-alat gelas.)

2.2 Preparasi dan Aktivasi Abu Sekam Padi

Sebanyak 1 kg sekam padi terlebih dahulu dibersihkan kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari yang selanjutnya dipanaskan di dalam oven pada temperatur 105°C selama 2 jam. Proses pengabuan sekam padi yang telah dikeringkan dilakukan di dalam *furnace* pada temperatur 600°C selama 4 jam. Abu yang dihasilkan diayak dengan ukuran 100 mesh. Selanjutnya menimbang abu tersebut sebanyak 60 g dan diaktivasi dengan HCl 2 M sebanyak 250 mL dan direndam selama 4 jam. Selanjutnya dilakukan penetralan dengan akuades. Hasil yang diperoleh dikeringkan pada temperatur 105°C selama 8 jam dan dianalisis dengan XRF [7].

2.3 Pembuatan Natrium Silikat (Na_2SiO_2)

Sebanyak 30 g abu sekam padi yang telah diaktivasi direaksikan dengan 300 mL NaOH 6 M, setelah itu dipanaskan pada temperatur 80°C selama 2 jam. Larutan kemudian disaring dan diperoleh natrium silikat [7].

2.4 Pembuatan Natrium Aluminat (NaAl_2O_3)

Serbuk NaOH ditimbang sebanyak 36,03 g dilarutkan dengan akuades sebanyak 300 mL selanjutnya dipanaskan dan ditambahkan sedikit demi sedikit 15 g $\text{Al}(\text{OH})_3$ sampai terbentuk larutan natrium aluminat [7].

2.5 Pembuatan Zeolit

Sebanyak 50 mL natrium silikat direaksikan dengan 50 mL natrium aluminat tanpa penambahan SDBS (ZS1). Selanjutnya diaduk selama 4 jam sampai diperoleh gel berwarna putih yang kemudian dipanaskan pada autoklaf dengan temperatur 120°C selama 2 jam. Selanjutnya padatan disaring dan dipanaskan kembali pada oven selama 5 jam. Zeolit yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan XRD [6]. Proses sintesis dilakukan dengan tahapan yang sama, namun dengan penambahan SDBS 0,25 M (ZS2) dan 0,5 M (ZS2).

2.6 Uji Daya Adsorpsi Zeolit terhadap Logam Pb

Terlebih dahulu dibuat larutan Pb 20 ppm kemudian dilakukan pengujian dengan memasukkan 0,5 g zeolit sintetis ke dalam 50 mL larutan Pb 20 ppm, diaduk dengan pengaduk magnet selama 40 menit. Selanjutnya dilakukan dekantasi terhadap larutan dan filtratnya diukur nilai absorbansinya dengan SSA [8].

3. Hasil dan Pembahasan

Abu sekam padi diukur terlebih dahulu kandungan silikanya menggunakan XRF. Selanjutnya dilakukan proses sintesis zeolit tanpa SDBS dan zeolit-SDBS 0,25 M dan 0,5 M. Selanjutnya dilakukan uji daya adsorpsi zeolit sintesis terhadap ion logam Pb.

3.1 Kandungan Silika pada Abu Sekam Padi

Sampel sekam padi berasal dari Desa Sicini kecamatan Parigi kabupaten Gowa. Hasil XRF dapat dilihat pada **Tabel 1** yang menunjukkan kandungan silika yang cukup tinggi pada abu sekam padi sebesar 97,94%, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam sintesis zeolit yaitu sebagai sumber silika. Hasil ini sejalan dengan penelitian Utomo dan Isti (2014) yang menghasilkan silika sebesar 94-97%.

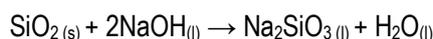
Tabel 1. Hasil analisis komposisi abu sekam padi menggunakan XRF

No	Komponen	(%berat)
1.	SiO ₂	97,94
2.	K ₂ O	1.16
3.	MnO	0,332
4.	P ₂ O ₅	0,206
5.	Cl	0,202
6.	Fe ₂ O ₃	0,088
7.	TiO ₂	0,0248
8.	ZnO	0,0142
9.	BaO	0,0107

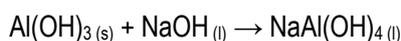
3.2 Hasil Sintesis Zeolit dari Abu Sekam Padi

Zeolit berupa kristal yang berwujud padat yang memiliki mikropori dengan struktur tetrahedral yang tersusun secara teratur antara alumina (AlO₄) dan silika (SiO₄) dengan dikelilingi oleh logam alkali dan alkali tanah yang dapat disubstitusi dengan ion-ion logam berat [5].

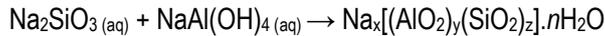
Sintesis zeolit terdiri dari beberapa tahapan penting. Tahap pertama pembentukan natrium silikat yang diperoleh dari reaksi antar abu sekam padi dengan natrium hidroksida sebagai pelarut yang selanjutnya dipanaskan untuk mempercepat proses reaksi sehingga diperoleh padatan natrium silikat. Adapun reaksi pembentukannya sebagai berikut:



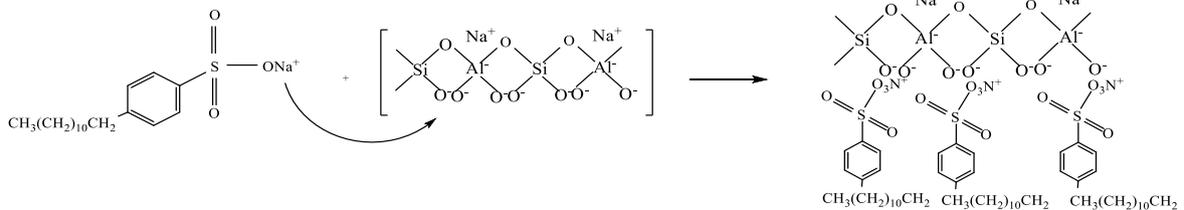
Tahap kedua adalah pembentukan natrium aluminat yang diperoleh dari reaksi antara aluminium hidroksida dengan natrium hidroksida. NaOH berperan sebagai pelarut dan metalizer sehingga muatan negatif berlebih pada aluminium dapat ternetralkan. Proses ini dilakukan secara perlahan-lahan agar terjadi perombakan molekul secara sempurna sehingga setelah larutan didiamkan akan diperoleh natrium aluminat sebagai sumber utama aluminium. Reaksi pembentukannya sebagai berikut:



Tahap ketiga adalah sintesis zeolit. Pada proses ini terjadi pelarutan silika dan alumina hasil reaksi antara natrium silikat dengan natrium aluminat dengan perbandingan volume 1;1. Reaksi antara kedua larutan tersebut menghasilkan kerangka alumina silikat yang memiliki situs aktif sehingga dapat mengadsorpsi ion logam. Reaksi pembentukan zeolit secara umum adalah sebagai berikut:



Proses pembentukan zeolit sintesis juga dilakukan penambahan surfaktan SDBS dengan dua konsentrasi yang berbeda yaitu 0,25 M dan 0,5 M.. Reaksi pembentukan zeolit dengan penambahan surfaktan SDBS pada campuran larutan silika dan alumina dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Reaksi penambahan SDBS pada sintesis zeolit

Surfaktan SDBS merupakan senyawa anionik yang banyak dijumpai sebagai bahan tambahan dalam pembuatan sabun atau deterjen. Zeolit terdiri dari atom pusat Al dan Si yang dikelilingi oleh masing-masing empat atom oksigen membentuk tetrahedral silika $[\text{SiO}_4]^{4-}$ atau alumina $[\text{AlO}_4]^{4-}$. Interaksi alumina atau silika dengan SDBS merupakan awal pembentukan inti zeolit yang selanjutnya terjadi pertumbuhan kristal zeolit. Zeolit yang diperoleh dianalisis jenis mineral dan bentuk kristalnya menggunakan XRD.

Tabel 2. Analisis kandungan ZS1, ZS2, dan ZS3 dengan menggunakan XRD

No.	Jenis Mineral	Kadar (%)			Bentuk Kristal
		ZS1	ZS2	ZS3	
1	Sianida sodalit	62,6	25,6	-	Kubik
2	Surrassite	15,7	-	-	Monoklinik
3	Kalsium stronsium silikat	12,5	-	-	Ortorombik
4	Sodalit	9,2	28,8	13,4	Kubik
5	Zeolit L	-	28,1	28,8	Heksagonal
6	Dehidrat Ca, A Zeolit	-	9,4	-	Kubik
7	Zeolit (K, Ba) G, L	-	8,1	12,5	Heksagonal
8	Tugtupite	-	-	24,8	Heksagonal
9	Tetrasodium trialuminium tris(silikat) klorida sodalit	-	-	20,5	Kubik

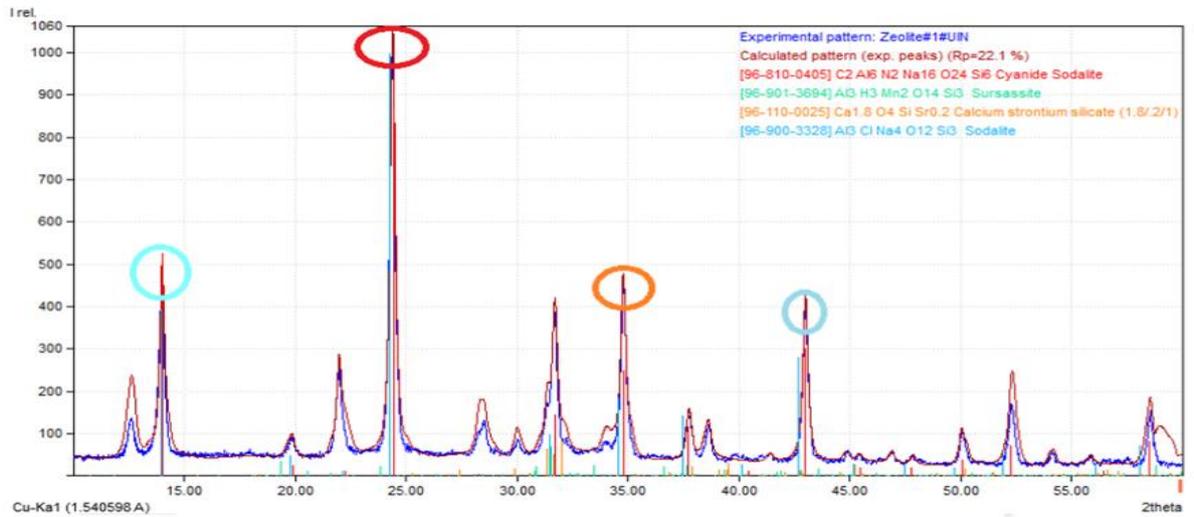
Keterangan :

ZS1 : zeolit sintesis-tanpa SDBS

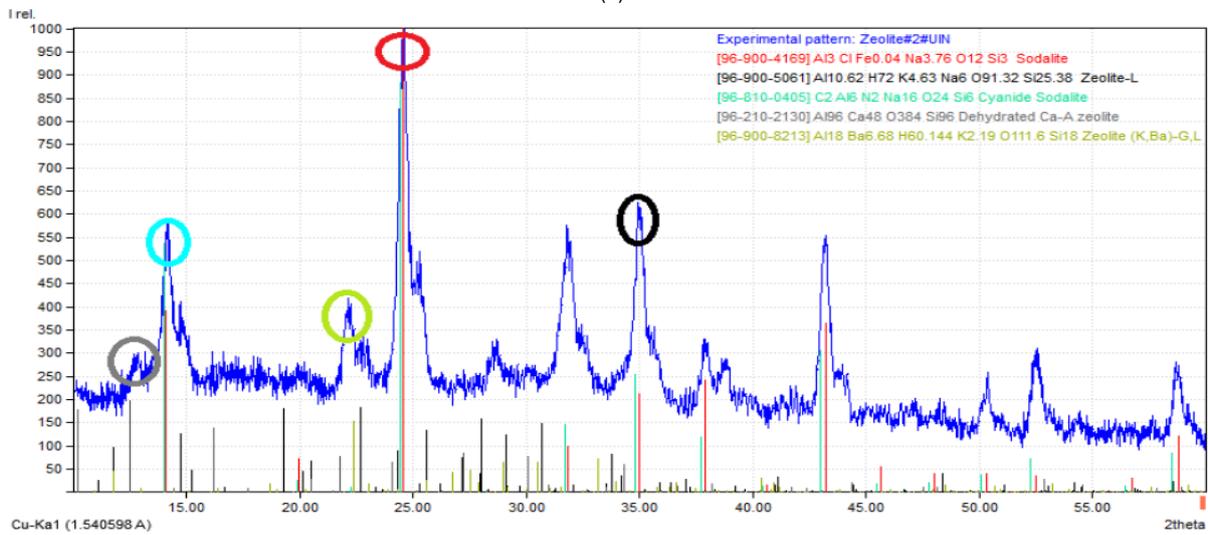
ZS2 ; zeolit sintesis-SDBS 0,25 M

ZS3 : zeolit sintesis-SDBS 0,5 M

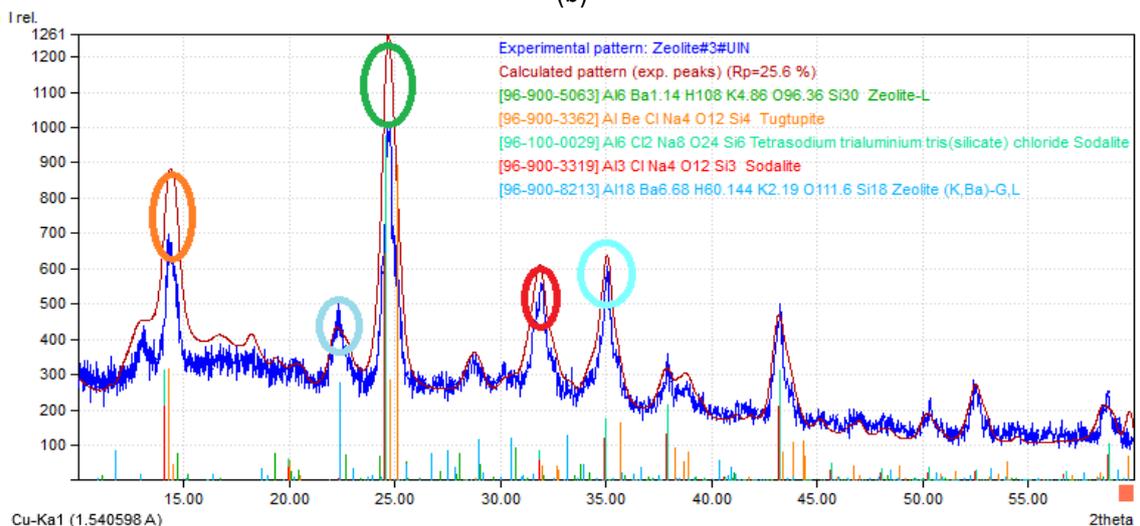
Tabel 2 menunjukkan hasil analisis XRD pada ketiga jenis zeolit yang dihasilkan. Mineral yang dominan untuk ZS1 berupa senyawa sianida sodalit dengan kadar 62,6% dan terdapat juga mineral lain berupa sursasit, kalsium stronsium silikat dan sodalit yang memiliki kadar yang cukup rendah. Hasil ini belum menunjukkan adanya struktur zeolit secara sempurna, ini terbukti bahwa tidak adanya penambahan surfaktan akan mempengaruhi pembentukan zeolit sebagai molekul pengarah. Pada ZS2 dengan penambahan SDBS 0,25 M, mineral yang dominan terbentuk adalah zeolit-L dengan kadar 28,1% dan juga masih terdapat sodalit dengan kadar 28,8% serta zeolit jenis lain dengan kadar yang cukup rendah. Dari hasil ini terbukti bahwa dengan adanya penambahahn SDBS maka akan membantu proses pembentukan zeolit secara sempurna. Untuk ZS3 dengan penambahan SDBS yang lebih tinggi konsentrasinya 0,5 M terlihat bahwa kadar dari zeolit-L yang terbentuk mengalami peningkatan menjadi 28,8% sedangkan sodalit turun menjadi 13,4%, di sini juga masih terdapat zeolit jenis lain dan senyawa lain yang kadar nya cukup tinggi.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2 Difraktogram zeolit sintesis (a) ZS1 (b) ZS2 dan (c) ZS3

Pada Gambar 2 terlihat difraktogram zeolit dari berbagai perlakuan dengan variasi penambahan SDBS. Hasil tersebut menunjukkan untuk semua zeolit yang telah disintesis diperoleh bentuk kristal yang didukung dengan adanya puncak-puncak tajam yang muncul.

Zeolit mulai terbentuk pada difraktogram gambar 2(b) dan (c) dengan intensitas 28,1% dan 28,8% untuk zeolit-L. Sedangkan zeolit (K,Ba)-G,L juga terbentuk namun dengan intensitas yang relatif rendah. Hal yang berbeda untuk sodalit muncul pada semua difraktogram dengan intensitas berbeda-beda yaitu 9,2%; 28,8% dan 13,4%. Pada gambar 2 dari berbagai perlakuan terlihat bahwa puncak utama di setiap sudut terjadi pergeseran pada setiap penambahan surfaktan. Pada proses hidrotermal, perbedaan penambahan bahan sejalan dengan perubahan jenis mineral pada sampel. Terlihat adanya peningkatan kristalinitas senyawa yang terbentuk dengan adanya perubahan intensitas puncak.

Intensitas kristal zeolit sintesis jika diurutkan dari yang paling rendah di daerah 2θ : 24 yaitu dari ZS1, ZS2 dan ZS3. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh penambahan surfaktan SDBS, yaitu semakin besar penambahan konsentrasi SDBS maka dihasilkan intensitas relatif puncak yang semakin tinggi. Ini menunjukkan SDBS memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penataan struktur zeolit yang dihasilkan [6]. Namun selain faktor penambahan SDBS, pembentukan zeolit juga bergantung pada temperatur dan waktu pada saat proses hidrotermal berlangsung.

3.3 Uji daya adsorpsi zeolit terhadap logam Pb

Proses adsorpsi zeolit terhadap logam Pb dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan zeolit dalam mengadsorpsi logam Pb.

Tabel 3 Kemampuan adsorpsi zeolit sintesis terhadap logam Pb

Kode	Konsentrasi (ppm)			Kapasitas adsorpsi (mg/g)	Efisiensi Penyerapan (%)
	Pb awal	Pb akhir	Pb teradsorpsi		
ZS1	20	0,106	19,9982	1,9894	99,47
ZS2	20	0,8434	19,9909	1,91566	95,78
ZS3	20	1,0656	19,9887	1,89344	94,67

Hasil Adsorpsi zeolit sintesis terhadap logam Pb dengan waktu kontak optimum 40 menit menunjukkan hasil yang cukup bagus dengan tingkat efisiensi ZS1 (99,47%), ZS2 (95,78) dan ZS3 (94,67%). Pada penambahan surfaktan menunjukkan penurunan tingkat adsorpsi, ini disebabkan pada proses hidrotermal surfaktan SDBS tidak terdekomposisi secara sempurna ketika dipanaskan sehingga SDBS yang tidak larut akan menutupi pori-pori zeolit sehingga daya serap zeolit berkurang.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah zeolit sintesis-SDBS 0,25 M dan SDBS 0,5 M serta zeolit sintesis-tanpa SDBS dapat mengadsorpsi logam timbal (Pb) dengan tingkat efisiensi sebesar 95,78%, 94,67% dan 99,47%.

Daftar Pustaka

- [1] Miningsih NA, Hidayatin DI, Wijareni A, Isdiyanti SI, Kurniasari L., "Adsorpsi Timbal (Pb) dalam Larutan Menggunakan Adsorben Radix Alang-Alang (*Imperata Cylindrica*) Termodifikasi Asam Sitrat". *Prosiding SNST ke-7 Tahun 2016, Semarang : Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim*, Vol. 1. No. 1, 2016.
- [2] Junaedi NF, Maricar F, Selintung M., "Pemanfaatan Arang Sekam Padi Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Ion Logam Berat dalam Air Limbah Timbal (Pb)". *Teknik Sipil*, h. 1-12, 2015.
- [3] Utomo P dan Yunita I., "Sintesis Zeolit dari Abu Sekam Padi pada Temperatur Kamar". *FMIPA* h. 3-20, 2014.
- [4] Prasad C.S., Maiti K.N., and Venugopal R., "Effect of Rice Husk Ash in Whiteware Compositions", *Ceramic International*, h: 629-635, 2001.
- [5] Putra R., Khamidinal dan Krisdiyanto D., "Adsorpsi Ion Mn (II) Pada Zeolit yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara Termodifikasi Ditison". *Teknik Kimia ISSN 1693-4393*, h. 1-11, 2015.
- [6] Warsito, Sri, dan taslima., "Pengaruh Penambahan Surfaktan Cetyltrimethylammonium Bromide (n-CTMABr) pada Sintesis Zeolit Y". *MIPA*, no 1, h. 1-13, 2008.
- [7] Putranto VH dan Jumaeri K., Pemanfaatan Zeolit dari Abu Sekam Padi dengan Aktivasi Asam untuk Menurunkan Kesadahan Air. *Jurnal MIPA (Online)*, Vol. 38 No.2, 2015.
- [8] Kristiyani, D., Susatyo, E. B., dan Prasetya, A. T., Pemanfaatan Zeolit Abu Sekam Padi Untuk Menurunkan Kadar Ion Pb²⁺ Pada Air Sumur. *Indonesian Journal of Chemical Science*, Vol.1 No.1, 2012.