

## ADSORPSI TIMBAL (II) OLEH SELULOSA LIMBAH JERAMI PADI TERAKTIVASI ASAM NITRAT: PENGARUH pH DAN WAKTU KONTAK

Iin Safrianti<sup>1\*</sup>, Nelly Wahyuni<sup>1</sup>, Titin Anita Zaharah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura  
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi  
email: iin.safrianti@yahoo.com

### ABSTRAK

*Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang memiliki tingkat toksisitas tinggi. Konsentrasi timbal yang melebihi ambang batas dapat mencemari lingkungan. Salah satu cara untuk mengurangi kadar timbal (Pb) yaitu dengan adsorpsi menggunakan selulosa dari limbah jerami padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH dan waktu kontak adsorpsi timbal (II) oleh selulosa limbah jerami padi teraktivasi asam nitrat, dengan variasi konsentrasi yaitu 0,2; 0,6 dan 1 M. Proses adsorpsi dilakukan dengan variasi pH 3, 4, 5, 6 dan 7 dengan waktu kontak 60 menit, dan variasi waktu kontak 30, 60, 90 dan 120 menit dengan pH optimum. Analisis kandungan timbal (Pb) dalam larutan dilakukan dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Hasil analisis menunjukkan bahwa adsorpsi optimum adsorben jerami padi tanpa aktivasi (A) pada pH 4 dengan waktu kontak 90 menit, menghasilkan kapasitas adsorpsi sebesar 3,1 mg/g. Jerami padi teraktivasi asam nitrat 0,2 (C); 0,6 (D) dan 1 M (E) pada pH optimum 7 dengan waktu kontak 90 menit menghasilkan kapasitas adsorpsi berturut-turut sebesar 4,2 mg/g; 4,3 mg/g dan 4,5 mg/g. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi terbesar pada adsorben yang diaktivasi dengan asam nitrat dengan konsentrasi 1 M.*

*Kata Kunci: timbal, adsorpsi, jerami padi, aktivasi asam nitrat*

### PENDAHULUAN

Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang memiliki tingkat toksisitas tinggi. Sumber utama timbal yang masuk ke lingkungan berasal dari limbah industri seperti industri baterai, industri bahan bakar, pengecoran maupun pemurnian dan industri kimia lainnya (Sudarmadji, dkk., 2006). Polutan logam berat tersebut dapat menimbulkan resiko yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup apabila dibuang langsung ke lingkungan. Disamping itu, penyebaran logam berat tersebut dapat dipengaruhi oleh siklus alamiah di alam seperti rantai makanan dan daur alami (Donghee, et al., 2004).

Upaya mengurangi pencemaran logam berat timbal (Pb) yang semakin meningkat di lingkungan, diarahkan pada penggunaan bahan yang mudah didegradasi. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan metode adsorpsi. Metode adsorpsi memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah prosesnya relatif sederhana, efektifitas dan efisiensinya relatif tinggi serta tidak memberikan efek samping berupa zat beracun (Volesky, et al., 2005).

Saat ini telah dikembangkan beberapa jenis adsorben untuk mengadsorpsi logam berat, salah satunya adalah dengan memanfaatkan selulosa. Selulosa memiliki gugus fungsi yang

dapat melakukan pengikatan dengan ion logam. Gugus fungsi tersebut adalah gugus karboksil dan hidroksil (Ibbet, 2006; Herwanto, 2006). Selulosa banyak terkandung di dalam kulit coklat dan kulit kopi (Misran, 2009). Selain itu juga, terdapat pada jerami padi.

Jerami padi merupakan salah satu limbah pertanian yang memiliki komponen utama karbohidrat (selulosa dan hemiselulosa), lignin dan silika. Menurut Suprayono (1994), kandungan selulosa pada jerami padi cukup besar yaitu sekitar 39%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yanuar, dkk., (2009), jerami padi yang telah diolah dengan NaOH 3% dapat digunakan untuk menyerap timbal (II). Hasil penelitian Yanuar menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi maksimum ion timbal (II) dengan jerami padi yang telah diolah dengan NaOH adalah sebesar 41,841 mg/g.

Kapasitas dan efisiensi adsorpsi dari adsorben dapat ditingkatkan dengan aktivasi. Aktivasi bertujuan untuk melarutkan mineral yang terdapat pada sampel seperti kalsium dan fosfor. Gugus fungsi seperti -OH dan -COOH dapat bertambah sehingga akan lebih banyak logam timbal yang akan diadsorpsi oleh adsorben. Hasil penelitian Sulistyawati (2008), menunjukkan bahwa selulosa pada tongkol jagung termodifikasi asam nitrat mampu menyerap logam Pb (II) dari limbah industri aki

dengan kapasitas adsorpsi 121,71  $\mu\text{g/g}$  adsorben, sedangkan kapasitas adsorpsi tongkol jagung tanpa modifikasi sebesar 21,73  $\mu\text{g/g}$  adsorben.

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Keasaman (pH) mempengaruhi muatan situs aktif yang terdapat pada adsorben. Selain itu, pH juga akan mempengaruhi spesies logam yang ada dalam larutan (Lestari, *et al.*, 2003; Horsfall and Spiff, 2004). Menurut Jin, *et al.*, (1996) pada pH 4,96 Pb (II) memiliki dua bentuk, yaitu :  $\text{Pb}^{2+}$  (97,0%) dan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)^+$  (3,0%). Namun di sekitar pH 5,6 terjadi pengendapan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)^+$  (Quek, *et al.*, 1998). Kemudian menurut Horsfall and Spiff (2004) pada pH 7,0 sekitar 50% kandungan ion logam timbal dalam sistem berada dalam bentuk  $\text{PbOH}^+$  dan 50% sebagai  $\text{Pb}^{2+}$ . Hal ini menunjukkan bahwa dua spesi  $\text{PbOH}^+$  dan  $\text{Pb}^{2+}$  yang ada dalam larutan merupakan spesi utama yang akan diserap oleh adsorben.

Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan adsorpsi timbal (II) menggunakan jerami padi teraktivasi asam nitrat dengan beberapa variasi konsentrasi yaitu 0,2; 0,6 dan 1 M. Kemudian dilakukan variasi pH larutan timbal (II) untuk mengetahui pH optimum adsorpsi timbal (II) oleh adsorben jerami padi tanpa aktivasi dan teraktivasi asam nitrat 0,2; 0,6 dan 1 M. Selain itu dilakukan pula variasi waktu kontak untuk mengetahui waktu kontak optimum adsorpsi timbal (II) oleh adsorben jerami padi tanpa aktivasi dan teraktivasi asam nitrat 0,2; 0,6 dan 1 M.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas, ayakan 100 mesh, pH meter Hanna Instrument model 19208, seperangkat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Shimadzu 6800 dan Spektrofotometer Infra Merah (IR) Shimadzu Prestige 21.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah jerami padi dari desa Lumbang Kabupaten Sambas, NaOH (E. Merck),  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , kertas saring Whatman 42.

### **Preparasi Sampel (Yanuar, dkk., 2009)**

Sampel jerami padi dicuci bersih kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari hingga jerami padi kering. Sampel yang telah kering kemudian digiling sampai halus dan kemudian diayak dengan ukuran partikel 100 mesh. Serbuk jerami padi ini sebagai adsorben tanpa

aktivasi (Adsorben A). Selanjutnya sampel jerami padi tanpa aktivasi direndam menggunakan larutan NaOH 3%, kemudian diaduk selama 1-2 jam. Selanjutnya didiamkan 1-2 jam, kemudian dicuci dengan akuades hingga netral. Setelah itu dikeringkan menggunakan oven pada suhu  $70^\circ\text{C}$ . Serbuk jerami padi ini sebagai adsorben terdelignifikasi (Adsorben B).

### **Aktivasi Adsorben dengan $\text{HNO}_3$ (Marshall and Mitchell, 1996)**

Disiapkan larutan  $\text{HNO}_3$  dengan variasi konsentrasi 0,2; 0,6; 1 M, masing-masing sebanyak 500 mL dalam labu ukur. Ke dalam masing-masing larutan tersebut ditambahkan 50 gram serbuk jerami padi terdelignifikasi. Campuran dikocok selama 30 menit kemudian disaring. Residu dikeringkan dalam oven pada suhu  $50^\circ\text{C}$  selama 24 jam, kemudian suhu dinaikkan menjadi  $105^\circ\text{C}$  lalu didinginkan. Selanjutnya sampel dicuci dengan akuades hingga netral, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu  $50^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Sampel yang dihasilkan disebut sebagai adsorben teraktivasi asam nitrat 0,2 M (Adsorben C); 0,6 M (Adsorben D) dan 1 M (Adsorben E). Adsorben selanjutnya dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer Infra Merah (IR),

### **Pembuatan Larutan Sampel Pb**

Pembuatan larutan sampel Pb pada konsentrasi 100 mg/L yaitu dengan menimbang garam timbal (II) nitrat  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  sebanyak 0,1598 gr dilarutkan dengan akuades dan ditepatkan dalam labu ukur 1 L. Kemudian larutan tersebut diencerkan hingga konsentrasi 50 mg/L dalam labu ukur 100 mL. Selanjutnya, larutan sampel diencerkan hingga konsentrasi 5 mg/L. Setelah itu, larutan tersebut dianalisa menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) untuk menentukan konsentrasi Pb yang terdapat dalam larutan tersebut.

### **Penentuan pH Optimum Adsorpsi Pb (II)**

Penentuan pH optimum dilakukan dengan menggunakan variasi pH 3, 4, 5, 6 dan 7. Sebanyak 0,5 gr adsorben A, C, D dan E dengan ukuran partikel 100 mesh dimasukkan ke dalam botol gelas berukuran 100 mL. Kemudian ke dalam masing-masing botol gelas tersebut ditambahkan 25 mL larutan timbal (II) dengan konsentrasi 100 mg/L dengan pH larutan masing-masing 3, 4, 5, 6 dan 7. Pengaturan pH menggunakan larutan  $\text{HNO}_3$  dan larutan NaOH, kemudian diaduk dengan shaker

kecepatan 150 rpm dengan waktu kontak 60 menit. Selanjutnya didiamkan selama 15 menit. Larutan timbal yang telah diinteraksikan dengan adsorben kemudian disaring dengan kertas saring Whatman 42. Konsentrasi Pb (II) pada filtrat ditentukan menggunakan SSA. Semua perlakuan dilakukan secara duplo.

Data yang diperoleh dari hasil SSA yaitu konsentrasi Pb (II), yang teradsorpsi (selisih konsentrasi Pb (II) awal dan konsentrasi sisa dalam larutan Pb (II)). Kandungan Pb yang teradsorpsi dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$q_e = \frac{(C_i - C_e)}{W} \times V$$

Dengan  $q_e$  : kapasitas adsorpsi (mg/g),  $C_i$  : konsentrasi awal logam (mg/L),  $C_e$  : konsentrasi akhir logam (mg/L),  $W$  : massa dari adsorben (g) dan  $V$  : volume larutan logam (L).

### Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Pb (II)

Penentuan waktu kontak optimum dilakukan dengan menggunakan variasi waktu 30, 60, 90 dan 120 menit. Sebanyak 0,5 gr adsorben A, C, D dan E dengan ukuran partikel 100 mesh dimasukkan ke dalam botol gelas berukuran 100 mL. Kemudian ke dalam masing-masing botol gelas tersebut ditambahkan 25 mL larutan timbal (II) dengan konsentrasi 100 mg/L, dimana pH larutan diatur sesuai pH optimum. Selanjutnya diaduk dengan shaker kecepatan 150 rpm. Variasi waktu kontak yang digunakan adalah 30, 60, 90 dan 120 menit. Selanjutnya didiamkan selama 15 menit. Larutan timbal yang telah diinteraksikan dengan adsorben kemudian disaring dengan kertas saring Whatman 42. Konsentrasi Pb (II) pada filtrat ditentukan menggunakan SSA. Semua perlakuan dilakukan secara duplo.

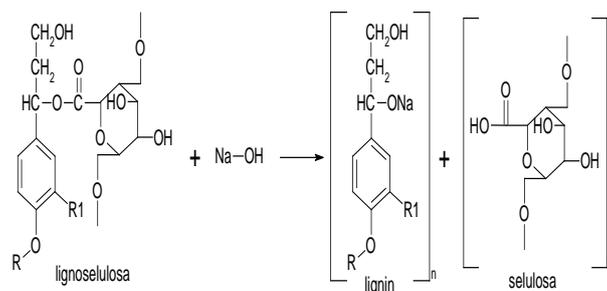
Data yang diperoleh dari hasil Spektrofotometer Serapan Atom yaitu konsentrasi Pb (II), yang teradsorpsi (selisih konsentrasi Pb (II) awal dan konsentrasi sisa dalam larutan Pb (II)). Kandungan Pb yang teradsorpsi dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$q_e = \frac{(C_i - C_e)}{W} \times V$$

Dengan  $q_e$  : kapasitas adsorpsi (mg/g),  $C_i$  : konsentrasi awal logam (mg/L),  $C_e$  : konsentrasi akhir logam (mg/L),  $W$  : massa dari adsorben (g) dan  $V$  : volume larutan logam (L).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel jerami padi yang telah bersih dan diayak dengan ukuran partikel 100 mesh, dilakukan proses delignifikasi. Fungsi dari delignifikasi dalam penelitian ini adalah untuk melarutkan senyawa-senyawa dalam jerami padi seperti lignin yang dapat menghambat proses adsorpsi. Jerami padi mengandung komponen utama karbohidrat (selulosa dan hemiselulosa), lignin, dan silika. Keberadaan lignin akan menurunkan proses adsorpsi. Hal ini karena keberadaan lignin akan menghalangi proses transfer ion, dalam hal ini timbal ke sisi aktif adsorben. Larutan NaOH digunakan sebagai pelarut bertujuan untuk memisahkan selulosa dan lignin. Ion  $\text{OH}^-$  dari NaOH akan memutuskan ikatan-ikatan dari struktur dasar lignin sehingga lignin akan mudah larut. Reaksi pemutusan ikatan lignin dan selulosa dapat dilihat pada Gambar 1 (Fengel dan Wegener, 1995) berikut:



Gambar 1. Mekanisme pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa menggunakan NaOH

Indikasi terlarutnya lignin dapat dilihat dari berkurangnya berat sampel setelah dilakukan proses delignifikasi dan warna sampel yang terlihat lebih cerah dibanding sebelum dilakukan proses delignifikasi. Berat sampel sebelum dan sesudah delignifikasi dapat dilihat dalam tabel 1. berikut:

Tabel 1. Berat Sampel Sebelum dan Sesudah Delignifikasi

Berat sebelum (gram)	Berat sesudah (gram)
300	153,36

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa telah terjadi pengurangan berat sampel setelah dilakukan proses delignifikasi. Hal ini mengindikasikan bahwa proses delignifikasi telah berlangsung dengan baik.

Selanjutnya adsorben diaktivasi dengan menggunakan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dengan variasi konsentrasi yaitu 0,2; 0,6 dan 1 M. Aktivasi bertujuan untuk mendekomposisikan

garam-garam mineral yang terdapat pada sampel seperti kalsium yang berikatan dengan adsorben. Berkurangnya garam-garam mineral tersebut mengindikasikan terbentuknya gugus fungsi COOH dan -OH pada adsorben sehingga nantinya akan lebih banyak ion logam Pb yang akan diadsorpsi oleh adsorben melalui pertukaran ion maupun pembentukan kompleks. Selanjutnya adsorben dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 50°C kemudian suhu dinaikkan menjadi 105°C dengan lama pemanasan 24 jam. Pemanasan 105°C dengan lama pemanasan 24 jam bertujuan untuk meningkatkan porositas dinding sel adsorben sehingga luas permukaan adsorpsi semakin besar. Luas permukaan yang besar diharapkan akan mengakibatkan besarnya kapasitas adsorpsi logam timbal (Pb). Pemilihan suhu pemanasan 105°C selama 24 jam karena pada suhu yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kerusakan permukaan struktur sel adsorben. Menurut Cavalcante *et al.*, 2005, pemanasan dengan suhu tinggi yaitu lebih dari 105°C akan mengakibatkan penyusutan volume, penutupan pori-pori adsorben sehingga akan mengurangi kapasitas adsorpsi adsorben terhadap logam. Selanjutnya adsorben dikarakterisasi dengan menggunakan Spektrofotometer Infra Merah.

### Identifikasi Gugus Fungsi Adsorben

Hasil analisis dari adsorben jerami padi yang tidak teraktivasi (A), terdelignifikasi (B) dan teraktivasi asam nitrat 0,2 M (C); 0,6 M (D) dan 1 M (E) dapat dilihat pada Tabel 2.

Bilangan gelombang yang terlihat pada Tabel 2 menandakan adanya serapan pada beberapa gugus utama dalam selulosa. Pita serapan pada bilangan gelombang 3749,62 cm<sup>-1</sup> pada adsorben A, B, C, D, dan E merupakan serapan vibrasi regangan gugus N-H. Pita serapan pada bilangan gelombang 3425,58-3448,72 cm<sup>-1</sup> adalah vibrasi regangan dari gugus -OH dan vibrasi regangan gugus -NH (Sastrohamidjojo, 1991). Selain itu adanya pita serapan pada bilangan gelombang 2900-3000 cm<sup>-1</sup> dari adsorben A, B, C, D dan E yang merupakan vibrasi ulur C-H dari gugus metilen -CH<sub>2</sub> (Sastrohamidjojo, 1991).

Pada adsorben A, B, C, D dan E, juga terdapat pita serapan pada bilangan gelombang 1635,64 cm<sup>-1</sup>. Pita serapan ini menunjukkan adanya gugus fungsi C=O. Terjadi perbedaan pita serapan pada bilangan gelombang 1512,19 cm<sup>-1</sup>. Pada adsorben A muncul serapan pada bilangan gelombang 1512,19 cm<sup>-1</sup>, sedangkan pada adsorben B, C, D, dan E tidak muncul serapan pada bilangan gelombang 1512,19 cm<sup>-1</sup>

tersebut. Bilangan gelombang 1512,19 cm<sup>-1</sup> pada adsorben A menandakan adanya lignin. Pada bilangan gelombang ini menunjukkan adanya vibrasi dari kerangka aromatik (G>S) (Pan dan Sano, 1999).

Tabel 2 Hasil Identifikasi Gugus Fungsi

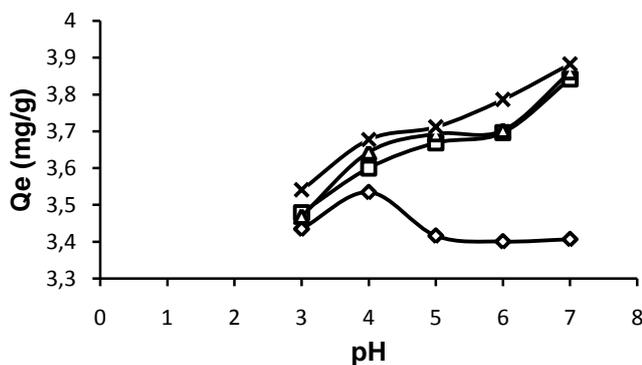
Adsorben	Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi
A, B, C, D, E	3749,62 cm <sup>-1</sup>	Vibrasi regangan gugus N-H
A, B, C, D, E	3425,58-3448,72 cm <sup>-1</sup>	Vibrasi regangan gugus -OH
A, B, C, D, E	2900-3000 cm <sup>-1</sup>	Vibrasi ulur C-H dari gugus metilen -CH <sub>2</sub>
A, B, C, D, E	1635,64 cm <sup>-1</sup>	Gugus fungsi C=O
A	1512,19 cm <sup>-1</sup>	Vibrasi aromatik
B, C, D, E	1427,32-1435,04 cm <sup>-1</sup>	Gugus C-O-H
A, B, C, D, E	1381,03-1373,32 cm <sup>-1</sup>	Gugus fungsi C-O-C
A, B, C, D, E	1049,28-1056,99 cm <sup>-1</sup>	Gugus fungsi C-O
B, C, D, E	B, C, D, E	CH <sub>2</sub>

Selain itu terdapat pita serapan pada bilangan gelombang 1427,32-1435,04 cm<sup>-1</sup>. Bilangan gelombang 1427,32-1435,04 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus C-O-H. Selanjutnya pada bilangan gelombang 1381,03-1373,32 cm<sup>-1</sup> pada adsorben A, B, C, D dan E menunjukkan adanya gugus fungsi C-O-C. Pita serapan pada bilangan gelombang 1049,28 cm<sup>-1</sup>-1056,99 cm<sup>-1</sup> pada adsorben A, B, C, D dan E menunjukkan adanya gugus C-O atau vibrasi regangan gugus C-N. Selain itu terjadi perbedaan pita serapan pada bilangan gelombang 894,97 cm<sup>-1</sup>, pada adsorben A serapan pada bilangan gelombang 894,97 cm<sup>-1</sup> tidak muncul sedangkan pada adsorben B, C, D dan E muncul pita serapan pada bilangan gelombang tersebut. Bilangan gelombang 894,97 cm<sup>-1</sup> merupakan gugus fungsi yang menunjukkan adanya CH<sub>2</sub> yang berikatan membentuk cincin piranosa.

### Penentuan pH Optimum Adsorpsi Pb (II)

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Keasaman mempengaruhi kemampuan muatan pada situs aktif atau gugus fungsi yang mana ion H<sup>+</sup> akan berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif adsorben. Selain itu, pH juga akan mempengaruhi spesies logam

yang ada dalam larutan (Lestari, *et al.*, 2003; Horsfall and Spiff, 2004). Penentuan pH optimum adsorpsi Pb (II) menggunakan jerami padi tanpa aktivasi dan jerami padi teraktivasi asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) 0,2; 0,6 dan 1 M, dilakukan pada variasi pH 3, 4, 5, 6, dan 7 selama 60 menit. Pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi Pb (II) oleh adsorben jerami padi tanpa aktivasi dan jerami padi teraktivasi asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) 0,2; 0,6 dan 1 M dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi oleh adsorben jerami padi tanpa aktivasi (A) (○) adsorben jerami padi teraktivasi HNO<sub>3</sub> 0,2 M (C) (□) adsorben jerami padi teraktivasi HNO<sub>3</sub> 0,6 M (D) (△) adsorben adsorben jerami padi teraktivasi HNO<sub>3</sub> 1 M (E) (×)

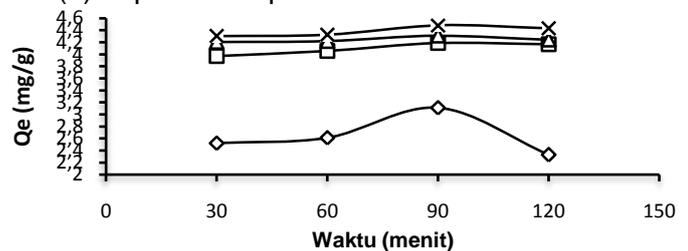
Gambar 2 menunjukkan bahwa pada kondisi pH optimum jerami padi tanpa aktivasi (A) dicapai pada pH 4. Pada pH 3-4 adsorpsi terhadap logam semakin besar, hal ini disebabkan pada kondisi tersebut kompetisi antara ion H<sup>+</sup> dengan ion logam Pb<sup>2+</sup> menjadi berkurang, sehingga semakin banyak logam yang dapat diadsorpsi. Setelah pH 4 adsorpsi ion logam Pb (II) oleh adsorben jerami padi tanpa aktivasi mempunyai kecenderungan yang tetap. Hal ini dimungkinkan pengikatan ion logam Pb (II) oleh gugus hidroksil (-CH<sub>2</sub>OH) yang ada dalam adsorben telah mengalami kejenuhan (Fatoni, 2009).

Pada jerami padi teraktivasi asam nitrat 0,2 M (C); 0,6 M (D) dan 1 M (E), kapasitas adsorpsi meningkat dari pH 3 sampai pada pH 7. Fenomena ini dapat dijelaskan berdasarkan tinjauan kualitatif keberadaan spesi logam dan adsorben di dalam larutan. Pada pH rendah yaitu pH 3-6 kapasitas adsorpsi Pb (II) relatif kecil. Hal ini disebabkan karena pada pH rendah (asam), ion H<sup>+</sup> pada larutan akan berkompetisi dengan ion logam Pb (II) dalam berikatan dengan gugus fungsi pada permukaan adsorben. Namun, pada pH 7 kapasitas adsorpsi relatif tinggi. Hal ini dikarenakan ion OH<sup>-</sup> dalam larutan lebih banyak dan gugus

fungsi adsorben bermuatan negatif, sehingga kompetisi ion H<sup>+</sup> dengan ion logam Pb (II) menjadi berkurang dalam berikatan dengan gugus fungsi dari adsorben. Hal ini menyebabkan semakin banyak logam yang dapat diadsorpsi (Fatoni, 2009).

### Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Pb (II)

Waktu kontak merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi nilai kapasitas adsorpsi. Penentuan kondisi optimum waktu kontak adsorpsi ion Pb<sup>2+</sup> perlu dilakukan untuk mendapatkan kapasitas adsorpsi yang optimum. Pengaruh waktu kontak jerami padi tanpa aktivasi (A) dan teraktivasi asam nitrat 0,2 (C); 0,6 (D) dan 1 M (E) terhadap kapasitas adsorpsi Pb (II) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi oleh adsorben jerami padi tanpa aktivasi (A) (○) adsorben jerami padi teraktivasi HNO<sub>3</sub> 0,2 M (C) (□) adsorben jerami padi teraktivasi HNO<sub>3</sub> 0,6 M (D) (△) adsorben jerami padi teraktivasi HNO<sub>3</sub> 1 M (E) (×)

Gambar 3 menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi jerami padi tanpa aktivasi (A) dan teraktivasi asam nitrat 0,2 M (C); 0,6 M (D) dan 1 M (E), pada waktu kontak 30 dan 60 menit lebih rendah dibandingkan dengan waktu kontak 90 menit. Hal ini dimungkinkan karena waktu kontak yang belum cukup bagi gugus fungsi dari adsorben berinteraksi dengan logam dalam larutan, artinya belum banyak gugus fungsi yang berperan mengadsorpsi Pb (II). Semakin waktu kontak dinaikkan, maka semakin besar pula ion logam Pb (II) yang teradsorpsi oleh gugus fungsi. Hal ini dimungkinkan gugus fungsi hidroksil (-OH dari CH<sub>2</sub>OH) adsorben belum berinteraksi secara maksimal dengan ion logam Pb (II) pada waktu interaksi 30 dan 60 menit, sehingga ion logam Pb (II) yang teradsorpsi oleh gugus fungsi pada waktu kontak 30 dan 60 menit lebih kecil dari pada waktu kontak 90 menit (Handayani, 2010).

Pada waktu kontak 90 menit, ion logam Pb (II) yang teradsorpsi oleh gugus aktif mencapai kondisi yang optimum. Hal ini dimungkinkan gugus fungsi hidroksil (-OH dari CH<sub>2</sub>OH)

adsorben selulosa yang berinteraksi dengan ion logam Pb (II) mencapai kesetimbangan pada waktu interaksi 90 menit. Kemudian pada waktu kontak 120 menit, kapasitas adsorpsi jerami padi tanpa aktivasi dan teraktivasi asam nitrat 0,2 M (C); 0,6 M (D) dan 1 M (E) mengalami penurunan. Hal ini diduga karena gugus fungsi dari adsorben sudah mencapai keadaan konstan untuk berinteraksi dengan Pb (II) (Handayani, 2010).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa adsorpsi optimum adsorben jerami padi tanpa aktivasi (A) pada pH 4 dengan waktu kontak 90 menit, menghasilkan kapasitas adsorpsi sebesar 3,1 mg/g. Sedangkan jerami padi teraktivasi asam nitrat 0,2 (C); 0,6 (D) dan 1 M (E) pada pH optimum 7 dengan waktu kontak 90 menit menghasilkan kapasitas adsorpsi berturut-turut sebesar 4,2 mg/g; 4,3 mg/g dan 4,5 mg/g.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cavalcante, J. A., Rocha, S. C. S., and Luzio, M., 2005, Change in Structure of Marine Algae *Sargassum* sp. During Drying, 4<sup>th</sup> Mercusor Congress on Process Systems Engineering, Brazil.
- Donghee, P.; Yeoung Sang Yun.; Hwa Young Cho.; Jong Moon Park, 2004, Chromium Biosorption by Thermally Treated Biomass of The Brown Seaweed *Ecklonia* sp. *Ind. Eng. Chem. Res.*, (42): 8226-8232.
- Fatoni, A., 2009, Adsorpsi Ion Logam Kadmium Oleh Adsorben Sabut Kelapa dan Sabut Kelapa-2 Merkapto-benzotiazol: Pengaruh pH), *Jurnal Kimia Mulawarman*, Vol. 6 No. 2, 19-22.
- Fengel, D. dan Wegener, G., 1995, Kayu :Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi, Penerbit UGM, Yogyakarta.s
- Handayani, A.W., 2010, Penggunaan Selulosa Daun Nanas Sebagai Adsorben Logam Berat Cd(II), Universitas Sebelas Maret, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Surakarta, (Skripsi).
- Herwanto, B. dan Santoso, E., 2006, Adsorpsi Ion Logam Pb(II) pada Membran Selulosa Kitosan Terikat Silang, *Akta Kimia Indonesia*, Vol. 2 No. 1, 9-24.
- Horsfall, M. and Spiff, A. I., 2004, *Studies on the Effect of pH on the Sorption of pb<sup>2+</sup> and Cd<sup>2+</sup> ions from Aqueous Solutions by Caladium bicolor* (Wild Cocoyam) Biomass, *E. J. of Biotech.*, 7, No.3
- Ibbet, R.N.; Kaenthong, S.; Philips, D.A.S.; Wilding, M.A.; 2006, Charaterisatim of Porosity of Regenerated Cellulosil Fibres Using Classical Dye Adsorbtion Techniques, *Lenzinger Berichte*, Vol. 88, 77-86.
- Jin, X.; Bailey, G. W.; Yu, Y. S; and Lynch, A. T., 1996, *Kinetics of Singel and Multiple Metal Ion Sorption Processes on Humic Acid Substances*, *Soil Sci.*, 161 : 509 – 520
- Lestari, S., E. Sugiharto dan Mudasir., 2003, Studi Kemampuan Adsorpsi Biomassa *Saccharomyces Cerevisiae* yang Terimobilkan Pada Silika Gel terhadap Tembaga (II). *Teknosains 16A* (3): 357-371.
- Marshall, W.E, and Mitchell M.J., 1996, Agriculture by-product as metal adsorbent: Sorption properties and resistance to mechanical abrasion. *J. Chem. Technol Biotechnol.*, 66: 192-198.
- Misran, E., 2009, Pemanfaatan Kulit Cokelat dan Kulit Kopi Sebagai Adsorben Ion Pb dalam Larutan, *Sigma.*, Vol. 12 No. 1, 23-29.
- Pan, X.-J and Y. Sano, 1999, Atmospheric Acetic Acid Pulping of Rice Straw IV: Physico-Chemical Characterization of Acetic Acid Ligninsfrom Rice Straw and Woods, *Holzforschung*, 511-518.
- Quek, S. Y.; Wase, D. A. J.; and Forster, C. F., 1998, *The Use of Sago Waste for the Sorption of Lead and Cooper*, *Water SA.*, 24, No. 3
- Sastrohamidjodjo, H., 1991, *Spektroskopi*, Edisi ke-2, Liberty, Yogyakarta.
- Sudarmaji, J.M., dan Corie, I.P., 2006, Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan, *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 2 No. 2, 129-142.
- Sulistiyawati, S., 2008, Modifikasi Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Berat Pb(II), Institut Pertanian Bogor, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Bogor, (Skripsi).
- Suprayono, S., 1994, *Padi*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Volesky, B., and Naja, G., 2005, *Biosorption Application Strategies*, In: Proceedings of the 16th Internat, Biotechnol, Symp. (S.T.L.Harrison; DE. Rawlings and J. Petersen) (eds.) IBS Compress Co., Capetown South Africa: 531-542.

Yanuar, H.M.; Santi, D.; dan Manalu, J.V., 2009, Adsorpsi ion  $Pb^{2+}$  dalam Air dengan Jerami Padi, *Percikan*, Vol. 100, 67-74.