

---

## PENJERAPAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DENGAN MENGGUNAKAN LIGNIN HASIL ISOLASI JERAMI PADI

Masruhin<sup>1</sup>, Rismawati Rasyid<sup>1,2</sup>, Syamsuddin Yani<sup>1,2\*</sup>

1. Jurusan Magister Teknik Kimia Pascasarjana
2. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia  
Jl Urip Sumoharjo KM 5 Makassar 90231  
Email\*) : [syamsuddin.yani@umi.ac.id](mailto:syamsuddin.yani@umi.ac.id)

### INTISARI

Adsorpsi ion logam berat timbal (Pb) dengan menggunakan lignin hasil isolasi jerami padi telah dilakukan. Kemampuan lignin dari jerami padi untuk menyerap ion timbal telah dievaluasi dengan memvariasikan waktu adsorpsi dan pH larutan. Konsentrasi ion timbal diukur dengan spektrometer adsorpsi atom. Hasil menunjukkan bahwa kondisi optimum ion Timbal (Pb) oleh lignin dicapai pada saat adsorpsi 30 menit, pH larutan 5, dan konsentrasi tembaga dari 10 ppm dengan adsorpsi efisiensi 88,765%. Dalam penelitian ini, Diperoleh persamaan Langmuir  $1/m = 0,007 1/C + 0,016$  dan persamaan Freundlich,  $\log m = 0,690 \log C + 1,697$ .

**Kata kunci:** Adsorpsi; timbal; lignin; jerami padi.

### ABSTRACT

*Adsorption of heavy metal ions of lead (Pb) by using lignin isolated rice straw has been studied. The lignin ability of rice straw to absorb lead ions has been evaluated by varying of the adsorption time and the pH solution. The Lead (Pb) ion concentration estimated with using atom adsorption spectrophotometry. The result shows the optimum condition of Lead ion (Pb) by lignin of adsorption time at 30 minutes with pH of solution is 5 and the adsorption efficiency is 88.765 % from 10 ppm of copper concentration. In this research, it obtains Langmuir equation  $1/m=0.007 1/C + 0.016$  and Freundlich equation  $\log m = 0.690 \log C + 1.697$ .*

**Keywords:** Adsorption, lead, lignin, rice straw

### PENDAHULUAN

Perkembangan ekonomi di Indonesia menitik-beratkan pada pembangunan di sektor industri. Di satu sisi, pembangunan akan meningkatkan kualitas hidup manusia dengan

meningkatnya pendapatan masyarakat. Di sisi lain, pembangunan juga bisa menurunkan tingkat kesehatan masyarakat seiring dengan timbulnya pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah industri dan rumah tangga. Sebagian besar

industri turut serta menyumbang logam berat ke lingkungan dalam limbah mereka. Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang berbahaya bagi manusia. Kadar maksimum timbal pada perairan yang dianjurkan WHO adalah kurang dari 0.01 ppm (Ensafi & Shiraz, 2008). Sedangkan kadar maksimum timbal dalam air minum menurut SNI 01-3553-2006, adalah 0.005 ppm.

E Mengingat bahaya yang dapat ditimbulkan oleh logam berat, telah banyak dilakukan penelitian tentang metode yang efektif untuk mengurangi konsentrasi logam berat yang akan dibuang ke lingkungan. Dewasa ini dikembangkan metode lain yang dinilai lebih efektif, preparasi dan pembiayaan yang relatif mudah dan murah dibanding dengan metode sebelumnya yaitu dengan menggunakan metode adsorpsi.

Indonesia merupakan negara yang kaya dengan sumber daya alam. Indonesia yang dikenal sebagai negara agraria terbesar di asia tenggara merupakan negara yang kaya akan ladang persawahan. Ini terbukti bahwa Indonesia memiliki 13,793 juta ha luas lahan panen padi. Dari volume produksi padi nasional sebesar 70,831 juta ton pada tahun 2014 (BPS, 2015), Jumlah total limbah jerami diperkirakan mencapai 106 juta ton. Limbah-limbah tersebut hanya tertumpuk dan belum termanfaatkan secara maksimal.

Jerami padi mempunyai potensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan lignin, dikarenakan jerami padi mempunyai kandungan lignin yang cukup besar, yaitu 12-16% (Murni dkk, 2013). Keberadaan gugus hidroksil dalam struktur senyawa lignin memungkinkannya digunakan sebagai adsorben logam berat (khususnya timbal).

Jenis adsorpsi yang umum dikenal adalah adsorpsi kimia (kemisorpsi) dan adsorpsi fisika (fisorpsi).

#### 1. Adsorpsi Kimia (Kemisorpsi)

Adsorpsi kimia terjadi karena adanya gaya-gaya kimia dan diikuti oleh reaksi kimia. Pada adsorpsi kimia hanya satu lapisan gaya yang terjadi. Besarnya energi adsorpsi kimia sekitar 100

kJ/mol. Adsorpsi jenis ini menyebabkan terbentuknya ikatan secara kimia sehingga diikuti dengan reaksi kimia, maka adsorpsi jenis ini akan menghasilkan produksi reaksi berupa senyawa yang baru. Ikatan kimia yang terjadi pada kemisorpsi sangat kuat mengikat molekul gas atau cairan dengan permukaan padatan sehingga sangat sulit untuk dilepaskan kembali. Artinya pelepasan kembali molekul yang terikat di adsorben pada kemisorpsi sangat kecil (Barrow, 1979).

#### 2. Adsorpsi Fisika (Fisorpsi)

Adsorpsi fisika terjadi karena adanya gaya-gaya fisika. Besarnya energi adsorpsi fisika sekitar 10 kJ/mol. Molekul-molekul yang diadsorpsi secara fisika tidak terikat kuat pada permukaan, dan biasanya terjadi proses balik yang cepat, sehingga mudah untuk diganti dengan molekul yang lain. Adsorpsi fisika didasarkan pada gaya Van Der Waals, dan dapat terjadi pada permukaan yang polar dan non polar. Adsorpsi juga mungkin terjadi dengan mekanisme pertukaran ion. Permukaan padatan dapat mengadsorpsi ion-ion dari larutan dengan mekanisme pertukaran ion. Karena itu ion pada gugus senyawa permukaan padatan adsorbennya dapat bertukar tempat dengan ion-ion adsorbat. Mekanisme pertukaran ini merupakan penggabungan dari mekanisme kemisorpsi dan fisorpsi, karena adsorpsi jenis ini akan mengikat ion-ion yang diadsorpsi dengan ikatan secara kimia, tetapi ikatan ini mudah dilepas kembali untuk dapat terjadinya pertukaran ion (Barrow, 1979).

Banyak kasus adsorpsi tidak hanya mengikuti satu jenis tipe adsorpsi tetapi mengikuti kedua tipe adsorpsi tersebut. Beberapa sistem menunjukkan fisorpsi pada temperatur rendah dan kemisorpsi pada temperatur yang lebih tinggi (Maron & Prutton, 1964) dalam (Handayani, 2010).

Dalam sistem cair, isoterm adsorpsi menyatakan variasi adsorben dan adsorbat yang terjadi dalam larutan pada suhu konstan. Pada kondisi kesetimbangan terjadi distribusi larutan antara fasa cair dengan fasa padat. Rasio dari distribusi tersebut merupakan fungsi konsentrasi dari larutan. Pada umumnya jumlah material yang diserap persatuan berat dari adsorben bertambah

sejalan dengan bertambahnya konsentrasi meskipun hal tersebut tidak selalu berbanding lurus (Arthur, 1990) dalam (Handayani, 2010). Beberapa jenis adsorpsi isoterm yang dikenal adalah :

1) Isoterm Adsorpsi Langmuir

Pertama kali dikembangkan untuk proses penyerapan gas pada permukaan padatan. Isoterm adsorpsi Langmuir dibuat berdasarkan beberapa asumsi, yaitu :

- a. Adsorpsi maksimum terjadi saat terbentuk lapisan tunggal yang menyeluruh.
- b. Energi adsorpsi adalah konstan dan tidak tergantung pada sifat permukaan.
- c. Adsorpsi terjadi tanpa disertai interaksi antar molekul-molekul adsorbat.
- d. Adsorbat teradsorpsi pada lokasi tertentu sehingga tidak dapat bergerak pada permukaan padatan dan bersifat irreversible.

Isoterm adsorpsi Langmuir dianggap bahwa hanya sebuah adsorpsi tunggal yang terjadi. Adsorpsi tersebut terlokalisasi, artinya molekul-molekul zat hanya dapat diserap pada tempat-tempat tertentu dan panas adsorpsi tidak tergantung pada permukaan yang tertutup oleh adsorben. Isoterm adsorpsi Langmuir digunakan untuk menggambarkan adsorpsi kimia (Barrow, 1979).

Proses adsorpsi dapat ditunjukkan dengan sebuah persamaan kimia:



Dimana A adalah adsorbat yang berupa gas, S adalah situs kosong pada permukaan, dan AS menunjukkan molekul teradsorpsi dari A atau situs terisi pada permukaan. Persamaan ketetapan, K dapat ditulis:

$$K = \frac{X_{AS}}{X_{S,p}} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana AS adalah fraksi mol dari situs terisi pada permukaan, Xs adalah fraksi mol dari situs kosong pada permukaan, dan p adalah tekanan

gas. Jika  $\theta = X_{AS}$  dan  $X_s = (1 - \theta)$  maka persamaan (2) menjadi:

$$\frac{\theta}{1 - \theta} = Kp \dots\dots\dots (3)$$

Persamaan di atas merupakan persamaan isoterm Langmuir, K adalah ketetapan kesetimbangan adsorpsi.

Untuk mencari  $\theta$  maka persamaan (3) dapat ditulis:

$$\theta = \frac{Kp}{1 + Kp} \dots\dots\dots (4)$$

Jika adsorpsi terjadi dalam larutan maka p diganti dengan konsentrasi, C. Sejumlah substansi yang terserap, m, sebanding dengan  $\theta$  maka  $m = b.\theta$ , dimana b adalah konstanta.

$$m = \frac{bKp}{1 + Kp} \dots\dots\dots (5)$$

Jika persamaan (5) dibalik maka:

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{b} + \frac{1}{bK} \frac{1}{C} \dots\dots\dots (6)$$

Dengan membuat plot  $1/m$  terhadap  $1/C$  maka harga konstanta K dan b dapat dihitung dari slope dan intersep grafik (Castellan, 1983).

2) Isoterm Adsorpsi Freundlich

Persamaan ini diturunkan secara empirik, dan berlaku untuk gasyang bertekanan rendah. Isoterm adsorpsi Freundlich menggambarkan adsorpsi jenis dimana adsorpsi terjadi pada beberapa lapis dan ikatannya tidak kuat. Asumsi yang digunakan pada isoterm adsorpsi Freundlich adalah :

- a. Tidak ada asosiasi dan disosiasi molekul-molekul adsorbat setelah teradsorpsi pada permukaan padatan.
- b. Hanya berlangsung mekanisme adsorpsi secara fisis tanpa adanya chemisorption.
- c. Permukaan padat bersifat homogen.

Bentuk persamaan isoterm adsorpsi Freundlich adalah :

$$m = .C^{(1/n)} \dots\dots\dots (7)$$

Jika persamaan (7) dilogartmakan akan terbentuk persamaan (8).

$$\text{Log } m = \log k + 1/n.\log C \dots\dots\dots (8)$$

Persamaan Freundlich berlaku dengan memuaskan bila diterapkan pada larutan encer (Maron & Prutton, 1964) dalam (Handayani, 2010).

Keterangan :

m = massa zat teradsorpsi tiap satuan massa adsorben (mg/g)

C = konsentrasi larutan setelah proses adsorpsi (mg/L)

b, K, = Konstanta Langmuir

k, n = konstanta Freundlich

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis terhadap lignin hasil isolasi dari limbah jerami padi sebagai material penyerap logam Timbal (Pb). Penyerapan logam Timbal oleh lignin diuji dengan melakukan variasi waktu kontak dan pH larutan serta konsentrasi larutan. Konsentrasi Timbal ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri serapan atom (SSA). Atom Timbal menyerap pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) = 283,8 nm (BSN, 2005).

Pemamfaatan jerami padi sebagai bahan adsorben telah banyak dilakukan. Wardiyati & Lubis (2002) pada percobaan pemanfaatan jerami untuk penyerapan logam berat Pb dalam air menyimpulkan bahwa jerami yang termodifikasi oleh campuran 0,2 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan Formaldehyde 35 % terbukti bisa digunakan untuk penyerapan logam berat Pb. Dengan efisiensi penyerapan 95 %. Demikian juga Baido dkk (2013) pada penelitian yang dilakukan, disimpulkan bahwa adsorben jerami padi modifikasi xanthate dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi hingga 2 kali lipat. Lelifajri (2010), pada hasil penelitiannya menunjukkan bahwa daya serap optimum lignin dari limbah serbuk kayu gergaji adalah pada waktu

kontak 30 menit, pH larutan 6 dan konsentrasi adsorbat ion tembaga 20 mg/L dengan efisiensi penyerapan 99,3 %. Olehnya itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi lignin hasil isolasi dari jerami padi sebagai adsorben logam berat timbal (Pb).

## METODOLOGI PENELITIAN

### 1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan peralatan instrumen Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)/SSA untuk mendapatkan data-data kuantitatif yang diinginkan dalam penelitian ini, yaitu konsentrasi Pb. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Universitas Muslim Indonesia (UMI Makassar) dan Laboratorium SMK-SMAK Makassar.

### 2. Alat dan Bahan

#### Alat/Instrumen

Penelitian ini menggunakan satu set alat ekstraksi yang terdiri dari soxhlet apparatus, kondensor, termometer, pompa air, pemanas (hotplat/heating mantle) dan bak penampung air. Alat lain yang digunakan adalah mesin penggiling (ball mill), ayakan, oven, magnetic stirrer, sentrifuse, labu ukur 25 ml 15 buah, beaker gelas 1000 ml 2 buah, beaker gelas 500 ml 4 buah, buret asam 50 ml, statif, klem, pH meter, kain biasa, kertas saring biasa, kertas saring whatman 40, pompa vakum, Spektrofotometer FTIR, Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).

#### Bahan

Bahan baku yang digunakan yaitu limbah jerami padi yang diperoleh dari Kabupaten Barru. Selain itu, bahan lain yang diperlukan pada penelitian ini adalah, benzene 1 liter, etanol 96% 2 liter, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> serta aquades.

### 3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu persiapan bahan baku jerami padi, pembuatan serpihan jerami padi bebas ekstraktif, delignifikasi serpihan jerami padi, isolasi lignin dari

lindi hitam jerami padi, menghitung nilai rendemen lignin, menguji gugus fungsi pada lignin dengan menggunakan FT-IR, optimasi penyerapan logam timbal oleh lignin kemudian menentukan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich pada proses penyerapan logam timbal oleh lignin.

**a. Penyimpanan Adsorben**

Bahan jerami padi dibersihkan dan dikeringkan diudara terbuka (sinar matahari). Jerami padi yang telah kering dipotong dengan ukuran panjang  $\pm 50$  mm. Jerami tersebut kemudian digiling menggunakan mesin penggiling (ball mill). Hingga menghasilkan serbuk jerami (Jerami padi diblender sehingga menjadi serpihan). Serbuk lalu diekstraksi dengan menggunakan benzena : etanol 96% (2:1, v/v) selama 2 jam pada soxhlet apparatus. Residu hasil pengeringan oven tersebut diekstraksi kembali dengan menggunakan air pada suhu 100 0C selama 2 jam sehingga didapatkan serpihan jerami padi yang bebas zat ekstraktif. Serbuk jerami padi yang bebas ekstraktif dimasukkan pada digester dengan penambahan larutan pemasak pada perbandingan 10 : 1 (v/b), dimana komposisi larutan pemasak adalah etanol 96% : air (1:1). Pada digester ditambahkan katalis NaOH 20% dari berat bahan baku. Campuran kemudian dimasak pada digester dengan waktu pemasakan 6 jam sehingga diperoleh lindi hitam (lignin terlarut). Dilakukan penyaringan dengan menggunakan kain. Kemudian dilakukan pengenceran lindi hitam : air dengan perbandingan pengenceran 1:1. Lindi hitam yang telah disaring (filtrat) diendapkan ligninnya dengan cara titrasi oleh asam (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dengan konsentrasi 20% sampai pH 2 sambil dilakukan pemanasan pada suhu 60 0C sambil diaduk cepat dengan magnetic stirer, kemudian didiamkan minimal selama 8 jam agar pengendapan sempurna. Endapan lignin dipisahkan dari lindi hitam yang telah diasamkan dengan menggunakan alat sentrifuse (4500 rpm, 20 menit). Untuk meningkatkan kemurnian lignin, endapan lignin tersebut dilarutkan kembali dengan NaOH 1 N, kemudian larutan lignin diendapkan kembali dengan cara titrasi

menggunakan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Endapan lignin dipisahkan kembali dengan menggunakan alat sentrifuse, kemudian disaring dengan kertas saring sehingga dihasilkan larutan lignin dengan kemurnian yang lebih tinggi. Selanjutnya endapan dicuci menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,01 N, dilanjutkan pencucian dengan aquades dan disaring menggunakan penyaring vakum. Endapan yang telah dicuci dikeringkan dalam oven (50 – 60 0C) selama 24 jam sampai berat konstan sehingga dihasilkan lignin berbentuk serbuk tepung.

Rendemen lignin dihitung berdasarkan perbedaan berat antara lignin yang diperoleh setelah dikeringkan dengan berat serpihan jerami padi yang digunakan. Rendemen dinyatakan dalam bentuk persen berat (gram) per berat serpihan jerami padi (% b/b). Isolat lignin yang telah didapatkan dikarakterisasi gugus fungsionalnya dengan spektrofotometer FTIR.

**b. Optimasi Penyerapan Logam Timbal (Pb) oleh Lignin**

Larutan timbal (Pb) 10 ppm dimasukkan kedalam Erlenmeyer 250 ml. pH larutan kemudian diatur berdasarkan pH yang telah ditentukan dengan menambahkan NaOH atau HCl. Ditimbang sebanyak 0,5 gram lignin kemudian dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 250 ml yang berisi larutan timbal (Pb) 10 ppm sebanyak 100 ml. Larutan sampel diaduk menggunakan pengaduk magnetik dengan lama pengadukan disesuaikan dengan waktu kontak yang telah ditentukan. Masing-masing Larutan sampel disaring dan filtratnya didestruksi dengan HNO<sub>3</sub> pekat, lalu larutan sampel tersebut dianalisa dengan AAS. Pengujian dengan AAS diulang dua kali.

1. Waktu Kontak
2. Variasi waktu kontak 10, 20, 30, 40, dan 50 menit.
3. pH  
Variasi pH larutan diatur pada pH 4, 5, 6, 7 dan 9 dengan menambahkan larutan NaOH.

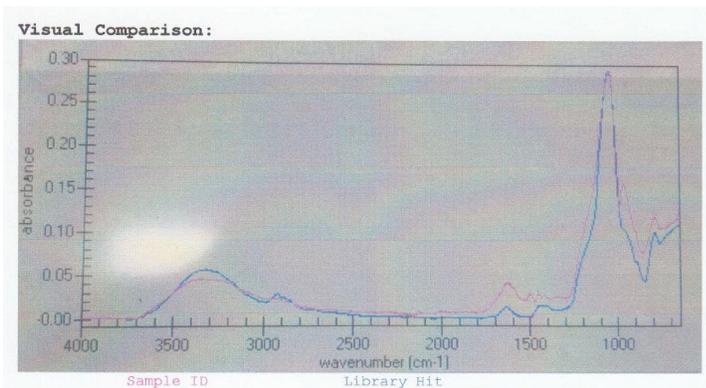
**c. Mentukan Persamaan Isoterm Adsorpsi Langmuir dan Freundlich pada Proses Penyerapan Logam Timbal (Tb) oleh Lignin**

Larutan timbal dengan konsentrasi 5, 10, 15, 20 dan 25 ppm masing-masing dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 250 ml. pH masing-masing larutan diatur pada pH yang memberikan serapan optimum. Ditimbang sebanyak 0,5 gram lignin kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing labu Erlenmeyer yang berisi larutan timbal sebanyak 100 ml. Larutan sampel diaduk menggunakan pengaduk magnetik hingga waktu serapan optimum. Masing-masing larutan sampel disaring dan filtratnya didestruksi dengan HNO<sub>3</sub> pekat, lalu larutan dianalisa dengan AAS. Hasil pengukuran dari AAS yang telah didapatkan, dianalisis lebih lanjut berdasarkan rumus empiris dari persamaan Langmuir dan Freundlich.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini lignin yang diperoleh dari hasil isolasi jerami padi menghasilkan rendemen sebesar 9,6993 gram atau 9,7 % dari 100 gram sampel. Rendemen lignin yang diperoleh pada penelitian ini masih rendah. Menurut Murni dkk (2013) kandungan lignin dalam jerami padi sebesar 12 – 16%. Hal ini diduga bahwa lignin tidak terekstrak semua ke dalam pelarut serta kemungkinan dipengaruhi oleh varian atau jenis dari tanaman padi yang dijadikan sampel pada penelitian ini.

Analisis FTIR terhadap lignin hasil isolasi diperoleh spektrum seperti pada gambar berikut.



Gambar 1. Spektrum infra merah lignin hasil isolasi

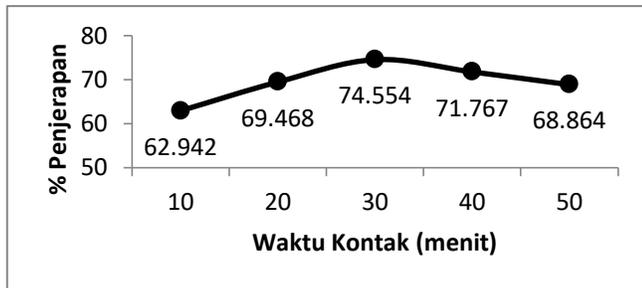
Menurut Hergert (1971), senyawa lignin secara umum diidentifikasi dengan munculnya beberapa gugus penyusun seperti serapan pada bilangan gelombang 3400 – 3450 cm<sup>-1</sup> untuk regang OH, 2820 – 2940 cm<sup>-1</sup> untuk regang C–H metil, 1600 – 1515 cm<sup>-1</sup> untuk cincin aromatik, 1460 – 1470 cm<sup>-1</sup> untuk regang C–H asimetri, 1315 – 1330 cm<sup>-1</sup> untuk regang cincin stringil, 1270 – 1280 cm<sup>-1</sup> untuk cincin guasil, 1030 – 1085 cm<sup>-1</sup> untuk regang eter dan 850 – 875 cm<sup>-1</sup> untuk C–H aromatik.

Berdasarkan gambar grafik FT-IR pada rentang bilangan gelombang antara 700 – 4000 cm<sup>-1</sup> di atas, dapat dilihat bahwa telah sesuai dan relevan dengan gugus umum yang terdapat dalam lignin. Sehingga dapat disimpulkan bahwa senyawa tersebut memang benar-benar adalah lignin.

Menurut hasil penelitian Lelifajri (2010) serta Yuris dkk (2014), proses adsorpsi logam dipengaruhi oleh waktu kontak antara lignin dengan larutan logam serta derajat keasaman (pH) dari larutan logam. Olehnya itu, dilakukan optimasi terhadap waktu kontak dan derajat keasaman (pH).

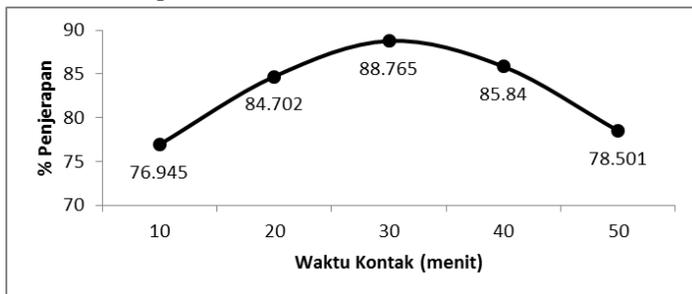
Pengaruh waktu kontak dan derajat keasaman (pH) pada proses penyerapan logam timbal (Pb) dapat dilihat pada gambar grafik-grafik berikut.

1. pH 4



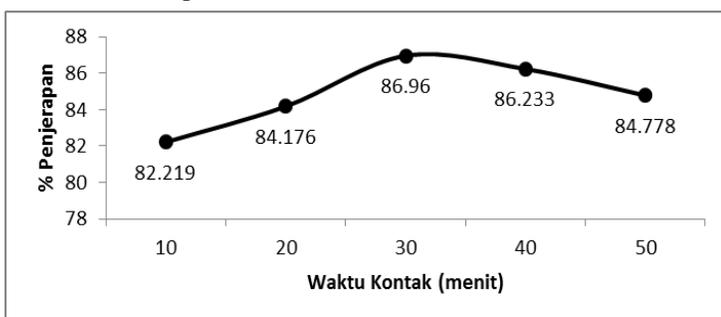
Gambar 2. Hubungan % Penjerapan dengan waktu kontak pada pH 4

2. pH 5



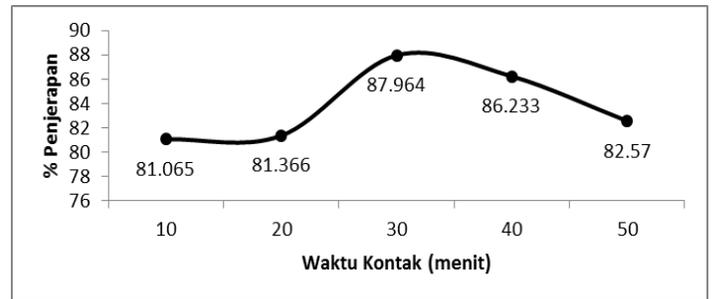
Gambar 3. Hubungan % penjerapan dengan waktu kontak pada pH 5

3. pH 6



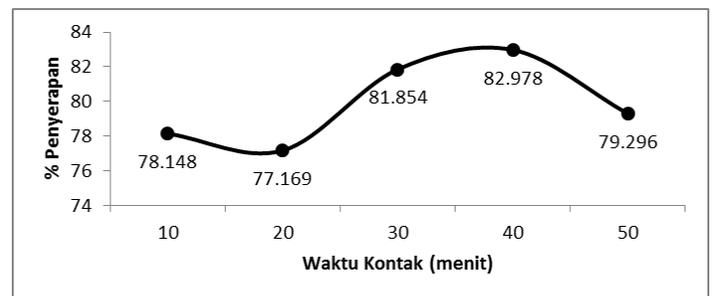
Gambar 4. Hubungan % penjerapan dengan waktu kontak pada pH 6

4. pH 7



Gambar 5. Hubungan % penjerapan dengan waktu kontak pada pH 7

5. pH 9



Gambar 6. Hubungan % penjerapan dengan waktu kontak pada pH 9

Menurut Chereminisof (1987) dan Khopkar (1990) waktu kontak antara ion logam dengan adsorben sangat mempengaruhi daya serap. Semakin lama waktu kontak maka penyerapan juga akan meningkat sampai pada waktu tertentu akan mencapai maksimum dan setelah itu akan turun kembali diduga karena terjadi proses desorpsi. Hal ini merupakan salah satu Fenomena dalam adsorpsi fisika yang menyatakan bahwa proses adsorpsi bersifat reversibel (Sukardjo, 1987). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa terjadi peningkatan efisiensi penyerapan dengan meningkatnya nilai pH dan mencapai maksimum pada pH 5. Pada pH yang lebih tinggi terjadi penurunan efisiensi penyerapan, hal ini diduga disebabkan oleh terbentuknya endapan  $Pb(OH)_2$

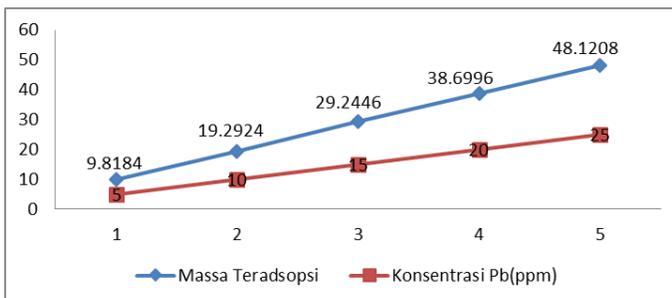
sebagai akibat dari bertambahnya konsentrasi ion OH<sup>-</sup> pada larutan. Semakin besar pH juga menaikkan jumlah ion OH<sup>-</sup>. Adanya ion OH<sup>-</sup> akan berkompetisi dengan lignin untuk berinteraksi dengan logam timbal (Pb). Efisiensi penyerapan terbesar sebesar 88,765 % diperoleh pada waktu kontak 30 menit dan derajat keasaman (pH) sebesar 5.

Persamaan pola isoterm adsorpsi yang sering digunakan pada proses adsorpsi dalam larutan yaitu persamaan adsorpsi Langmuir dan Freundlich. Metode yang digunakan untuk mengukur proses adsorpsi logam timbal (Pb) adalah metode Spektroskopi Serapan Atom (AAS). Hasil pengukuran dari AAS kemudian dianalisis lebih lanjut berdasarkan rumus empiris dari persamaan Langmuir dan Freundlich. Hasil perhitungan seperti terlihat pada Tabel berikut.

Tabel 1. Jumlah ion Pb yang teradsorpsi oleh lignin pada beberapa variasi konsentrasi

No.	Kons. Pb Awal (ppm)	C = [Pb] Setimbang (ppm)	[Pb] Teradsorpsi (ppm)	m (mg/g)
1	5	0,0908	4,9092	9,8184
2	10	0,3538	9,6462	19,2924
3	15	0,3777	14,6223	29,2446
4	20	0,6502	19,3498	38,6996
5	25	0,9396	24,0604	48,1208

Hubungan antara konsentrasi larutan terhadap massa ion logam Timbal (Pb) yang teradsorpsi per 1 gram lignin ditunjukkan secara jelas pada gambar 7.



Gambar 7. Hubungan konsentrasi larutan dengan massa ion logam Timbal (Pb) yang di adsorpsi lignin

Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi dari ion logam Timbal (Pb) maka semakin besar pula massa ion logam Timbal (Pb) yang teradsorpsi oleh lignin.

Untuk konsentrasi 5 ppm dari larutan ion logam Pb, massa ion logam Timbal (Pb) yang teradsorpsi adalah 9,8184 mg oleh 1 gram lignin, untuk konsentrasi 10 ppm sebesar 19,2924 mg/gram dan konsentrasi 15 ppm sebesar 29,2446 mg/gram lignin. Pada konsentrasi 20 ppm yaitu sebesar 38,6996 mg ion logam Timbal (Pb) yang terserap oleh setiap 1 gram lignin. Massa terbesar dari ion logam yang teradsorpsi oleh lignin adalah pada konsentrasi 25 ppm yaitu sebesar 48,1208 mg ion logam Timbal (Pb) yang terserap oleh setiap 1 gram lignin. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin besar konsentrasi larutan, semakin banyak jumlah zat terlarut yang dapat diadsorpsi sehingga tercapai keseimbangan tertentu.

Pengujian pola isoterm adsorpsi yang sesuai untuk proses penyerapan ion logam timbal (Pb) oleh lignin dilakukan dengan perhitungan menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich. Uji persamaan Langmuir dilakukan dengan menggunakan persamaan (6).

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{b} + \frac{1}{bK} \frac{1}{C} \quad \text{atau} \quad \frac{1}{m} = \frac{1}{bK} \frac{1}{C} + \frac{1}{b}$$

Sedangkan untuk uji persamaan Freundlich dilakukan pengujian menggunakan persamaan (8).

$$\log m = \log k + \frac{1}{n} \log C \quad \text{atau}$$

$$\log m = \frac{1}{n} \log C + \log k$$

Nilai b dan k menunjukkan kapasitas dari adsorpsi ion logam timbal (Pb) oleh lignin, makin besar nilai b pada persamaan Langmuir Isoterm dan k pada persamaan Freundlich Isoterm menunjukkan kapasitas adsorpsi makin besar pula. Nilai 1/b dan log k tentunya sangat dipengaruhi oleh

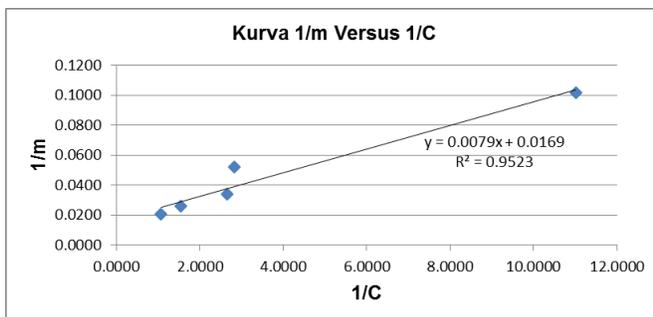
temperatur sehingga mempengaruhi laju adsorpsi.

Untuk menentukan persamaan isotherm Langmuir dan Freundlich maka dihitung harga  $m$ ,  $1/m$ ,  $1/C$ ,  $\log$ ,  $[Pb]$  Setimbang/ $m$ ,  $\log 1/m$ , dan  $\log 1/C$  seperti yang terlihat pada tabel 2 dan 3.

Dari tabel 2 dan 3 maka dilakukan pemetaan grafik menggunakan Excel dengan memplotkan harga  $1/m$  versus  $1/C$  untuk mendapatkan persamaan Langmuir dan memplotkan  $\log 1/m$  versus  $\log 1/C$  untuk mendapatkan persamaan Freundlich. Hasil pemetaan dengan grafik seperti terlihat pada gambar 8 dan 9.

Tabel 2. Persamaan Langmuir

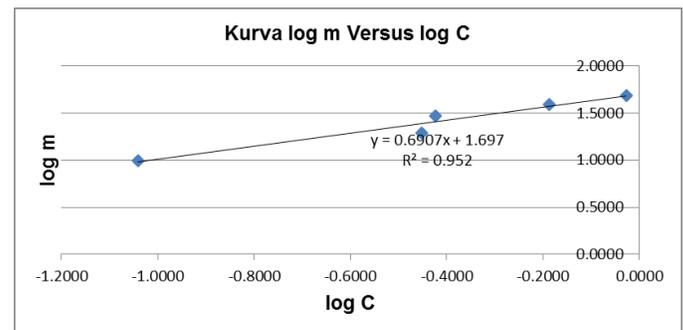
No.	[Pb] Awal (ppm)	C = [Pb] Setimbang (ppm)	[Pb] Teradsorpsi (ppm)	m (mg/g)	C/m	1/C	1/m
1	5	0,0908	4,9092	9,8184	0,0092	11,0132	0,1018
2	10	0,3538	9,6462	19,292	0,0183	2,8265	0,0518
3	15	0,3777	14,6223	29,245	0,0129	2,6476	0,0342
4	20	0,6502	19,3498	38,7	0,0168	1,5380	0,0258
5	25	0,9396	24,0604	48,121	0,0195	1,0643	0,0208



Gambar 8. Persamaan Adsorpsi isotherm Langmuir dari  $1/m$  versus  $1/C$

Tabel 3. Persamaan Freundlich

No.	[Pb] Awal (ppm)	C = [Pb] Setimbang (ppm)	[Pb] Teradsorpsi (ppm)	m (mg/g)	C/m	$\log m$	$\log C$
1	5	0,0908	4,9092	9,8184	0,0092	0,9920	-1,0419
2	10	0,3538	9,6462	19,292	0,0183	1,2854	-0,4512
3	15	0,3777	14,6223	29,245	0,0129	1,4660	-0,4229
4	20	0,6502	19,3498	38,7	0,0168	1,5877	-0,1870
5	25	0,9396	24,0604	48,121	0,0195	1,6823	-0,0271



Gambar 9. Persamaan Adsorpsi isotherm Freundlich dari  $\log m$  versus  $\log C$

Pengujian persamaan adsorpsi Langmuir dan juga persamaan adsorpsi Freundlich dibuktikan dengan grafik linierisasi yang baik dan mempunyai harga koefisien determinasi  $R^2 \geq 0.9$  (mendekati angka 1). Dari Gambar 9 dan 10 terlihat bahwa persamaan adsorpsi ion timbal (Pb) oleh lignin memenuhi persamaan adsorpsi Langmuir dengan  $R^2 = 0,952$  dan juga persamaan adsorpsi Freundlich dengan  $R^2 = 0,952$ . Hal ini menunjukkan bahwa persamaan Langmuir dan Freundlich dapat diterapkan pada proses adsorpsi ion logam timbal (Pb) oleh lignin. Diperoleh persamaan Langmuir  $1/m = 0,007 1/C + 0,016$  dan persamaan Freundlich,  $\log m = 0,690 \log C + 1,697$ .

---

## KESIMPULAN

1. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa daya serap optimum lignin dari jerami padi adalah pada waktu kontak 30 menit dan pH larutan 5 pada konsentrasi adsorbat ion timbal (Pb) 10 ppm dengan efisiensi penyerapan 88,765 %.
2. Massa terbesar dari ion logam timbal (Pb) teradsorpsi oleh lignin adalah pada konsentrasi 25 ppm yaitu sebesar 48,1208 mg ion logam timbal (Pb) yang terserap oleh 1 gram lignin.
3. Proses adsorpsi ion logam timbal (Pb) oleh lignin memenuhi persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich.
4. Proses adsorpsi ion logam timbal (Pb) oleh lignin memiliki persamaan Langmuir  $1/m = 0,007 1/C + 0,016$  dan persamaan Freundlich  $\log m = 0,690 \log C + 1,697$ .
5. Kapasitas adsorpsi oleh lignin berdasarkan kurva isoterm Langmuir adalah 62,5 dengan konstanta kesetimbangan 2,2857. Sedangkan kapasitas adsorpsi oleh lignin berdasarkan kurva isoterm Freundlich adalah 49,7737 dengan konstanta kesetimbangan 1,4493.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arthur, W. (1990). *Physical Chemistry Surfaces*. California: John Wiley and Sons, Inc.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2006). SNI 01-3553-2006: Air Minum Dalam Kemasan.
- Baido, Z. E., Lazuardy, T., Rohmania, S., & Hartati, I. (2013). Adsorpsi Logam Berat Pb Dalam Larutan Menggunakan Senyawa Xanthate Jerami Padi. *Prosiding SNST Ke-4 Tahun 2013*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Barrow, G. (1979). *Physical Chemistry*, 4th ed. Tokyo: Mc Graw Hill International Book Company.
- BPS. (2015). *Produksi Padi, Jagung dan Kedelai*. Badan Pusat Statistik.
- Castellan, G. (1983). *Physical Chemistry*, 3th ed. California: University of Maryland The Benjamin Cumings Publishing Company, Inc.
- Cheremenisoff, O. N. (1987) *Carbon Adsorption Hand Book*, Science Publisher Inc, Michigan, USA.
- Ensafi, A. A., & Shiraz, A. Z. (2008). On-line Separation and Preconcentration of Lead (II) by Solid Phase Extraction Using Activated Carbon Loaded with Xylanol Orange and Its Determination by Flame Atomic Absorption Spectrofotometry. *J Hazard Mater* 150 , 554 - 559.
- Handayani, A. W. (2010). *Skripsi: Penggunaan Selulosa Daun Nanas Sebagai adsorben Logam Berat Cd(II)*. Surakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.
- Hergert, H. L. (1971). *Infrared Spectra*. Willey Interscience. 267-297. New York.
- Khopkar (1990) *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press, Jakarta.
- Lelifajri. (2010). Adsorpsi Ion Logam Cu (II) Menggunakan Lignin Dari Limbah Serbuk Gergaji. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol.7 No. 3 , 126-129.
- Maron, S., & Prutton, C. (1964). *Principles of Physical Chemistry*. New York: The Macmillan Company.
- Murni, S. W., Santi R, S. W., Budiman, I., Perwitasari, I., & Tri Anggara, A. A. (2013, Juni). *Pembuatan Surfaktan Berbahan Dasar Jerami Padi*. Volume 11 Nomor 1 .
- Sukardjo. (1997). *Kimia Anorganik* . Bina Aksara, Jakarta
- Wardiyati, S., & Lubis, W. Z. (2002). Pemamfaatan Jerami Untuk Penyerapan Logam Berat Timbal (Pb). *Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan 2002*. Serpong: Puslitbang Iptek Bahan (P3IB) - BATAN.
- Yuris, Cahyani, C., & Atikah. (2014). *Kajian Potensi Lignin Untuk Penanganan Logam Berat Cr (VI)*. *Hasil Penelitian Industri* Vol. 27. No. 1 , 10-18.