

VARIASI KONSENTRASI AKTIVATOR ASAM SULFAT (H₂SO₄) PADA KARBON AKTIF AMPAS TEBU TERHADAP KAPASITAS ADSORPSI LOGAM TIMBAL

Asrijal, St. Chadijah, dan Aisyah
Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
Email: asrijalthowadjo@yahoo.com

Abstract: Bagasse is a waste-disposal which can contaminate the ambient surroundings. In order to ward off the massive impact, a method which is considered to be good is that to turn it into adsorbent in a process of lead-metal adsorption. This research aims to know the concentration of lead-metal that can be adsorbed by an active carbon and to know the effect of H₂SO₄ activator on the adsorption capacity of bagasse towards the lead-metal. The activated carbon, was derived from bagasse in three phases namely preparation, carbonization, and activation. The bagasse was carbonized in temperature of 400°C. It was then activated by H₂SO₄ in concentration of (0%, 5%, 10%, 15%, and 20%) for 24 hours, and heated to 500 °C. The adsorption was performed during one hour by utilizing 150 rpm shaker. The analysis of lead concentration using atom adsorption spectrophotometer (AAS) showed that the inactivated carbon performed the best adsorption with the concentration of lead adsorbed was to 9.8485 mg/L and the capacity of adsorption was to 0.197 mg/g.

Keywords: adsorption, bagasse, H₂SO₄, lead-metal and AAS

1. PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum*) adalah salah satu jenis tanaman yang tergolong dalam keluarga rumput-rumputan. Tanaman ini biasanya digunakan sebagai bahan baku gula dan vetsin. Pada proses pembuatan gula, batang tebu yang sudah dipanen diperas dengan mesin pemeras (mesin *press*) di pabrik gula sehingga akan menghasilkan nira atau air perasan tebu. Nira yang diperoleh kemudian diberi perlakuan lebih lanjut seperti penyaringan, memasak dan melakukan proses pemutihan sehingga diperoleh hasil akhir berupa gula pasir. Dari proses pembuatan gula tersebut akan dihasilkan ampas tebu, gula dan sisanya berupa tetes tebu, blotong dan air (Misran, 2005).

Limbah ampas tebu yang dihasilkan ini biasanya hanya digunakan sebagai bahan bakar, pakan ternak dan pupuk. Selain itu, ampas tebu juga dijadikan sebagai bahan baku industri kertas dalam bentuk pulp (Wikana, 2008)

Pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh ampas tebu dapat ditanggulangi jika ampas tebu diolah menjadi pupuk, pakan ternak, adsorben dan sebagainya. Pengolahan ampas tebu menjadi adsorben dapat dilakukan

dengan cara karbonasi dan aktivasi. Dari proses tersebut akan diperoleh karbon aktif. Karbon aktif merupakan zat padat yang mengandung sejumlah karbon sebagai penyusun utamanya dan memiliki pori. Selain karbon, juga terdapat unsur lain berupa hidrogen, oksigen, sulfur dan material lain. Karbon aktif ini memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan jenis karbon lainnya karena pada karbon aktif telah terjadi pengembangan struktur pori. Luas permukaan pori pada karbon aktif bervariasi bergantung pada metode aktivasi yang digunakan (Shofa, 2012).

Aktivasi pada karbon dapat dilakukan dengan menggunakan dua cara yaitu aktivasi secara fisika dan secara kimia. Aktivasi fisika adalah metode perluasan pori pada karbon dengan menggunakan karbon dioksida sebagai gas pengoksidasi. Selain karbon dioksida, dapat pula digunakan uap udara pada temperatur rendah dan temperatur tinggi. Aktivasi secara fisika berbeda dengan aktivasi secara kimia, karena pada proses aktivasi kimia digunakan sejumlah larutan kimia untuk memperluas pori karbon. Larutan kimia yang digunakan harus bersifat sebagai *activating agent*. Untuk mengaktifkan karbon, biasanya digunakan larutan kimia dari garam logam alkali dan alkali tanah seperti KOH, NaOH, H₃PO₄ dan H₂SO₄. *Activating agent* berfungsi untuk meningkatkan daya serap karbon karena akan menghilangkan kotoran yang melekat dan menutupi pori karbon dengan cara mengoksidasi karbon (Shofa, 2012).

Menurut Asbahani (2013), ampas tebu mengandung senyawa lignin (22,09 %), pentosan (27,97%), selulosa (37,65%), sari (1,81 %) dan abu (3,82 %). Berdasarkan penelitian Rinawanti, S. Anita, dan Itnawita (2013), arang ampas tebu mampu menyerap Mg (13%), Mn (19,5%), Zn (26%) dan nitrat (78%). Yasril, Kasjono dan Ganefati (2009), mengemukakan bahwa karbon aktif dari ampas tebu mampu menyerap logam krom (Cr) sebanyak 99,89%.

Berkaitan dengan teori dan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian dengan judul variasi konsentrasi aktivator H₂SO₄ pada kapasitas adsorpsi ampas tebu terhadap logam timbal. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat dan solusi dalam pemanfaatan limbah ampas tebu.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kadar logam berat timbal yang mampu diserap oleh karbon aktif dari limbah ampas tebu (*Saccharum officinarum*) dan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi zat aktivator pada kapasitas adsorpsi ampas tebu terhadap logam berat timbal.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2013 sampai bulan Oktober 2013 di Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Riset Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer serapan atom (SSA), *Shaker Water Bath*, tanur, oven, penangas listrik, neraca analitik, ayakan, cawan penguap/cawan porselin, desikator, ember dan alat gelas yang umum digunakan di laboratorium.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tebu (*Saccharum officinarum*) yang di ambil di Pabrik Gula Takalar, aquadest, aquabidest, larutan induk timbal (Pb), larutan H₂SO₄ dan kertas saring Whatman.No. 41.

Prosedur Kerja

Teknik Sampling

Pada penelitian ini, sampel yang digunakan adalah sampel ampas tebu dari pabrik gula PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XIV (persero) Kabupaten Takalar. Pengambilan sampel dilakukan secara langsung di lokasi pabrik gula PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XIV (persero) Kabupaten Takalar. Mengambil sampel ampas tebu yang berada pada penampungan hasil samping atau penampungan ampas tebu. Sampel kemudian dicuci dan kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Setelah kering, maka sampel dikumpulkan.

Pembuatan Arang Ampas Tebu

Menyiapkan ampas tebu yang telah dicuci dan telah kering. Setelah itu, ampas tebu dipotong kecil-kecil. Ampas tebu yang sudah dipotong-potong dikarbonisasi dalam tanur dengan suhu 400 °C selama 1 jam kemudian didinginkan di dalam desikator. Setelah dingin, arang kemudian dikumpulkan, ditimbang dan disimpan.

Aktivasi Arang Ampas Tebu

Arang yang dihasilkan diaktifkan secara kimia yaitu direndam dengan H₂SO₄ konsentrasi (5%, 10%, 15% dan 20%) selama 24 jam kemudian ditiriskan. Kemudian, dicuci dengan *water sterill* sampai pH netral. Setelah itu arang dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 500 °C, selama 60 menit. Arang aktif kemudian didinginkan. Setelah dingin, arang aktif diayak dengan ukuran 100 mesh. Arang aktif disimpan di dalam desikator dan siap untuk di uji kualitasnya.

Pembuatan Larutan Induk Logam Timbal 1000 mg Pb/L

Timbang ± 0,16 g Pb(NO₃)₂, masukkan ke dalam labu ukur 1000,0 mL. Tambahkan sedikit HNO₃ 1:1 (≈ 100 mg Pb/L). Tambahkan 10 mL HNO₃ pekat dan air bebas mineral hingga tepat tanda tera kemudian homogenkan. hitung kembali kadar sesungguhnya berdasarkan hasil penimbangan.

Pembuatan Larutan Baku Logam Timbal 100 mg/L

Pipet 10 ml larutan induk logam timbal 1000 mg/L ke dalam labu ukur 100 ml. Tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera.

Pembuatan Larutan Kerja Logam Timbal

Memipet 0 ml; 0,5 ml; 1 ml; 2 ml; 4 ml dan 8 ml larutan baku timbal 100 mg/L masing-masing ke dalam labu ukur 100 ml. Menambahkan larutan pengencer sampai tepat tanda tera sehingga diperoleh konsentrasi logam timbal 0,0 mg/L; 0,5 mg/L; 1,0 mg/L; 2,0 mg/L; 4,0 mg/L dan 8,0 mg/L.

Prosedur dan Pembuatan Kurva Kalibrasi

Mengoptimalkan alat spektrofotometer serapan atom sesuai petunjuk penggunaan alat. Mengukur masing-masing larutan kerja yang telah dibuat pada panjang gelombang maksimum. Membuat kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan garis linear. Melanjutkan dengan pengukuran contoh uji yang sudah dipersiapkan.

Analisa Kadar Logam Berat Timbal yang Diserap oleh Karbon Aktif

Memipet 10 mL larutan baku timbal 100 mg/L dan memasukkan ke dalam 5 buah labu ukur 100 mL. Menambahkan larutan pengencer sampai tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi timbal 10 mg/L. Setelah itu, ke dalam labu I, II, III, IV dan V ditambahkan dengan arang dari ampas tebu yang telah diaktivasi dengan H₂SO₄ 5%, 10%, 15%, 20% dan arang tanpa zat aktivator sebanyak 5 gram. Larutan diaduk selama 1 jam dengan kecepatan 150 rpm menggunakan *shaker water bath*. Setelah itu, larutan disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman no. 41. Hasil saringan kemudian di analisis dengan alat spektrofotometer serapan atom (AAS) dengan panjang gelombang 217 nm. Hasil yang diperoleh kemudian dicatat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Timbal

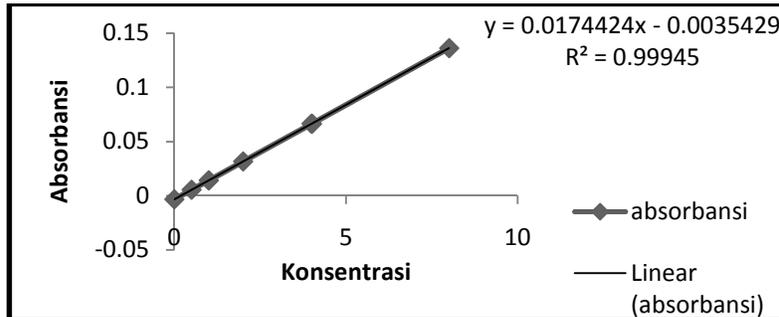
Pada penelitian ini, digunakan larutan standar timbal dengan konsentrasi 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 dan 8,0 ppm. Berdasarkan pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA), diperoleh hasil pengukuran nilai absorbansi larutan standar, hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Timbal

Larutan Standar (Pb)	Konsentrasi (x)	Absorbansi (y)
Standar 1	0,0000	-0,0025
Standar 2	0,5000	0,0047
Standar 3	1,0000	0,0151
Standar 4	2,0000	0,0313
Standar 5	4,0000	0,0630

Standar 6 8,0000 0,1375

Berdasarkan data hasil absorbansi larutan standar timbal, maka diperoleh persamaan garis lurus seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antara konsentrasi dan absorbansi pada larutan standar

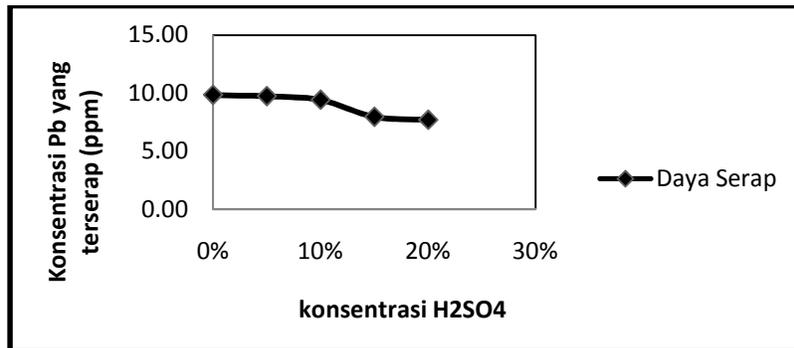
Pengukuran Kadar Logam Timbal yang Teradsorpsi

Pada penentuan kadar logam timbal yang teradsorpsi, digunakan limbah sintetik dengan konsentrasi 10 ppm dan karbon aktif sebanyak 5 gram. Kadar logam timbal yang mampu diserap oleh karbon aktif ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Logam Timbal yang Teradsorpsi oleh Karbon Aktif Ampas Tebu

No.	Sampel	Absorban (y)	Konsentrasi (x)
1.	Absorben 0%	-0,0009	0,152
2.	Absorben 5%	0,0010	0,260
3.	Absorben 10%	0,00645	0,573
4.	Absorben 15%	0,0320	2,038
5.	Absorben 20%	0,03645	2,293

Berdasarkan data pada tabel 2, maka diperoleh grafik perbandingan antara konsentrasi aktivator dengan kadar logam timbal yang teradsorpsi oleh karbon aktif ampas tebu seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi dan daya serap karbon aktif

Aktivasi Karbon aktif

Pada penelitian ini digunakan ampas tebu sebagai bahan utama (absorben). Ampas tebu yang digunakan berasal dari Pabrik Gula Takalar. Sebelum diolah menjadi karbon aktif, ampas tebu ini terlebih dahulu dicuci dengan air dan kemudian dikeringkan. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran berupa tanah dan pasir. Setelah kering, ampas tebu ini kemudian ditimbang. Ampas tebu yang digunakan sebanyak satu kilogram. Ampas tebu ini kemudian diolah menjadi karbon dengan cara membakarnya di dalam tanur dengan suhu 400 °C. Pada suhu ini, ampas tebu akan menjadi karbon dengan melepaskan senyawa-senyawa volatil yang terkandung pada ampas tebu. Hal ini ditandai dengan keluarnya asap pada saat pemanasan. Ampas tebu akan menjadi karbon apabila pada saat pemanasan tidak terlihat lagi asap. Pada proses karbonasi ini, diperoleh karbon sebanyak 285,10 gram.

Karbon yang dihasilkan kemudian diayak dengan ukuran 100 mesh. Penghalusan ini bertujuan agar arang memiliki ukuran yang homogen (sama) dan memiliki ukuran partikel yang lebih kecil. Ukuran partikel ini akan mempengaruhi luas permukaan karbon aktif yang dihasilkan. Penghalusan melalui penyaringan atau pengayakan akan mengubah ukuran partikel arang menjadi lebih kecil. Semakin kecil ukuran partikel dari karbon atau arang maka semakin besar luas permukaan arang yang akan mengalami kontak dengan *dehidratyng agent* pada saat aktivasi berlangsung sehingga lebih banyak karbon atau arang yang teraktivasi dan semakin banyak pori yang terbentuk pada karbon atau arang. Jumlah karbon yang diperoleh pada proses ini sebanyak 160,00 gram.

Proses selanjutnya, memisahkan karbon menjadi lima bagian dan dilakukan perendaman selama 24 jam menggunakan asam sulfat dengan konsentrasi 5%, 10%, 15% dan 20% serta karbon tanpa aktivasi (perendaman dengan *water sterill*). Karbon kemudian ditiriskan dan dicuci kembali dengan *water sterill* sampai diperoleh karbon dengan pH netral. Karbon lalu diaktivasi hingga suhu 500 °C dengan tujuan untuk menghilangkan sisa air dari proses pembilasan sehingga hanya menyisakan situs aktif dari karbon aktif ampas tebu. Aktivasi kimia digunakan karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan aktivasi fisika seperti suhu aktivasi yang digunakan

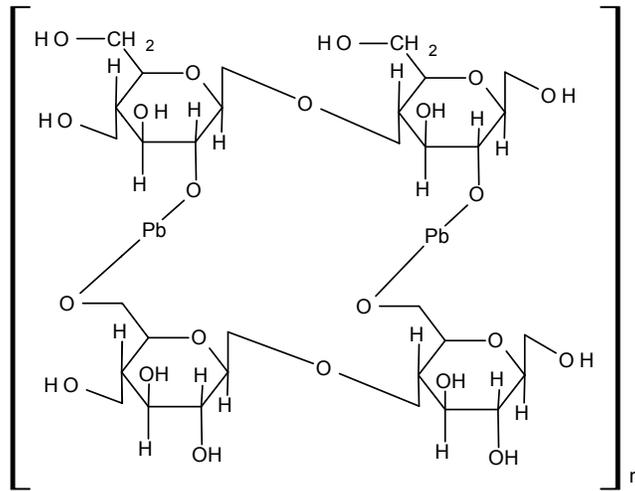
relatif rendah dan pori-pori yang terbentuk lebih banyak sehingga luas permukaannya lebih besar. Asam sulfat dipilih sebagai aktivator karena memiliki sifat *dehydrating agent* dan memiliki lebih banyak situs aktif dibandingkan dengan aktivator asam pada umumnya. Selain itu, asam sulfat juga dapat membuka dan memperluas pori-pori pada karbon dengan cara menghancurkan kotoran berupa oksida-oksida logam (magnesium, besi, aluminium dan kalsium) yang menutupi pori-pori karbon tersebut. Pada penelitian ini digunakan lima variasi konsentrasi sebagai perbandingan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi aktivator terhadap kapasitas adsorpsi karbon aktif dari ampas tebu.

Adsorpsi Logam Timbal menggunakan Karbon Aktif Ampas Tebu

Metode yang digunakan untuk menurunkan konsentrasi logam berat timbal adalah metode adsorpsi, karena selain mudah dilakukan, efektivitasnya tinggi dan biaya yang diperlukan relatif murah. Pada proses adsorpsi, karbon aktif dari ampas tebu dicampurkan dengan limbah sintetik yang mengandung logam timbal dengan kadar 10 ppm. Penggunaan logam ini sebagai sampel untuk diadsorpsi dikarenakan oleh kapasitasnya sebagai pencemar sangatlah banyak. Logam ini biasanya dihasilkan dari hasil buangan kendaraan bermotor, buangan limbah industri maupun limbah rumah tangga. Proses selanjutnya yaitu dilakukan pengadukan selama satu jam dan disaring sehingga terjadi pemisahan antara filtrat dan residu. Filtrat yang dihasilkan kemudian dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom.

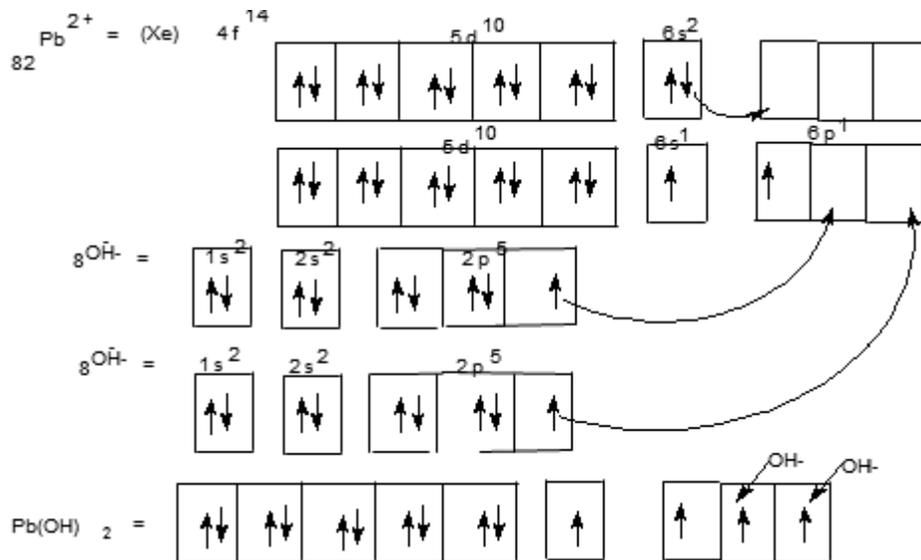
Pada penelitian ini, kadar logam berat timbal yang mampu diserap oleh karbon aktif ampas tebu dengan konsentrasi aktivator H_2SO_4 (0%, 5%, 10%, 15% dan 20%) berturut-turut adalah 9,848 ppm, 9,740 ppm, 9,427 ppm, 7,962 ppm dan 7,707 ppm dengan efisiensi serapan berturut-turut yaitu 98,5%, 97,4%, 94,3%, 79,6% dan 77,1%.

Penyerapan terjadi karena adanya interaksi antara gugus -OH pada selulosa dengan ion logam timbal sehingga terbentuk senyawa kompleks. Adapun mekanisme pembentukan senyawa kompleks dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pembentukan Kompleks antara Logam Pb dengan Selulosa.

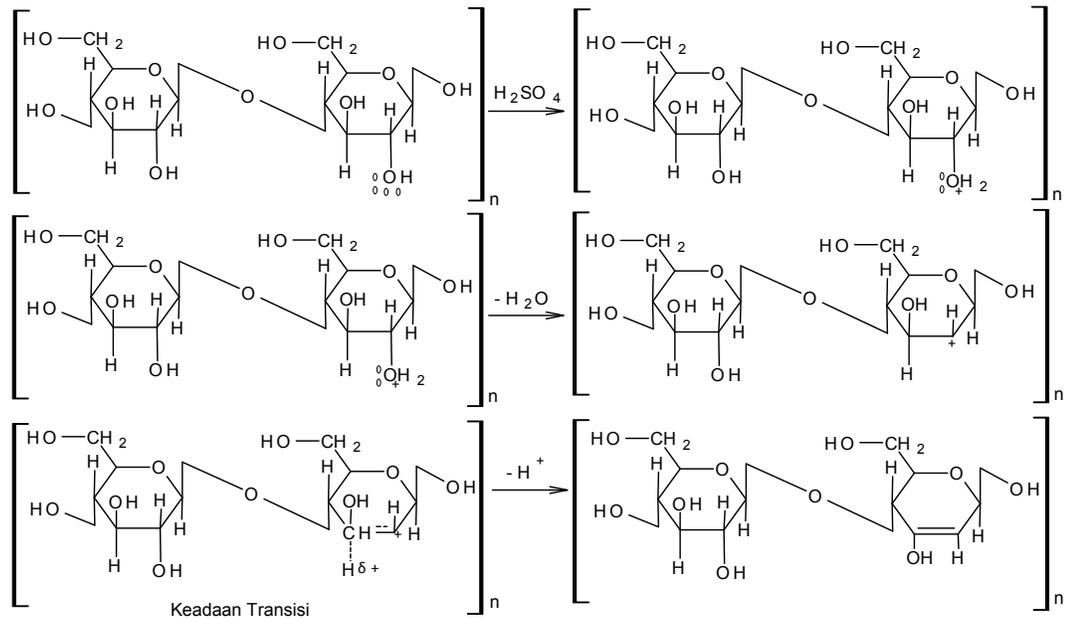
Pada gambar tersebut, atom oksigen pada gugus -OH mempunyai elektron yang tidak berpasangan, sedangkan ion logam mempunyai elektron berpasangan yaitu pada orbital 6s. Elektron 6s dalam atom logam timbal yang ada dalam keadaan dasar harus dipromosikan atau tereksitasi ke orbital 6p sehingga memungkinkan orbital 6s tersebut dapat ditempati oleh sepasang elektron dari ligan sehingga terbentuk suatu senyawa kompleks. Pada mekanisme ini, pembentukan senyawa kompleks dapat dipandang sebagai reaksi asam basa lewis, ligan berperan sebagai basa lewis dan logam sebagai asam lewis. Berikut merupakan gambaran hibridisasi elektron antara logam timbal dengan oksigen.



Gambar 4. Hibridisasi Ion Timbal dan Oksigen

Menurut Pearson, asam-basa Lewis dapat diklasifikasikan berdasarkan sifat kuat dan lemahnya. Menurut Pearson, situs aktif pada permukaan padatan dapat dianggap sebagai ligan yang dapat mengikat logam secara selektif. Logam dan ligan dikelompokkan menurut sifat kuat dan lemahnya berdasarkan pada polarisabilitas unsur. Pearson mengemukakan suatu prinsip yang disebut *Hard and Soft Acid Base* (HSAB). Ligan-ligan dengan atom yang sangat elektronegatif dan berukuran kecil merupakan basa kuat, sedangkan ligan-ligan dengan atom yang elektron terluarnya mudah terpolarisasi akibat pengaruh ion dari luar merupakan basa lemah. Sedangkan ion-ion logam yang berukuran kecil namun bermuatan positif besar, elektron terluarnya tidak mudah dipengaruhi oleh ion dari luar, ini dikelompokkan ke dalam asam kuat, sedangkan ion-ion logam yang berukuran besar dan bermuatan kecil atau nol, elektron terluarnya mudah dipengaruhi oleh ion lain, dikelompokkan ke dalam asam lemah. Menurut Pearson, beberapa jenis asam kuat seperti logam alkali, alkali tanah, Al, Ga, In, Sn, Pb, Ti, Zn, Ag, Y, Sc, La dan V. Sedangkan basa kuat seperti H_2O , NH_3 , N_2H_2 , F^- , Cl^- , OH^- , ROH , NO_3^- , O_2 , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} dan PO_4^{3-} .

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil seperti pada Gambar 2. Grafik tersebut menunjukkan hasil absorbansi dari karbon aktif. Berdasarkan grafik, maka dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator, maka semakin banyak logam yang tersisa. Terjadinya penurunan absorbansi pada karbon aktif dikarenakan oleh gugus hidroksil yang terdehidrasi. Pada selulosa, terkandung beberapa jenis alkohol, baik alkohol primer maupun tersier. Pada dasarnya, gugus hidroksil bukanlah merupakan *leaving group* (gugus pergi) yang baik. Akan tetapi, dengan adanya asam sulfat sebagai katalis maka sejumlah alkohol tersier yang terikat pada selulosa mengalami proses dehidrasi dengan mudah sehingga mengurangi situs aktif pada karbon. Alkohol tersier terdehidrasi oleh asam sulfat melalui proses protonasi pada gugus hidroksil dan membentuk sebuah karbokation yang ditandai dengan lepasnya sebuah molekul air. Setelah itu, gugus hidroksil yang mengandung proton dieliminasi sehingga membentuk alkena. Proses dehidrasi gugus hidroksil dapat dilihat pada Gambar 5.



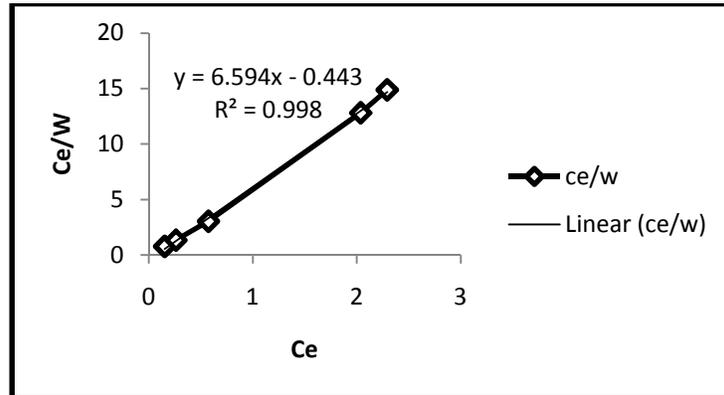
Gambar 5. Tahap Reaksi Dehidrasi Gugus Hidroksil pada Selulosa (Rajawane, 2008)

Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa konsentrasi aktivator berbanding terbalik dengan jumlah logam timbal yang terserap. Pada penelitian ini, jumlah serapan tertinggi yaitu sebanyak 9,848 ppm dengan menggunakan karbon tanpa aktivasi.

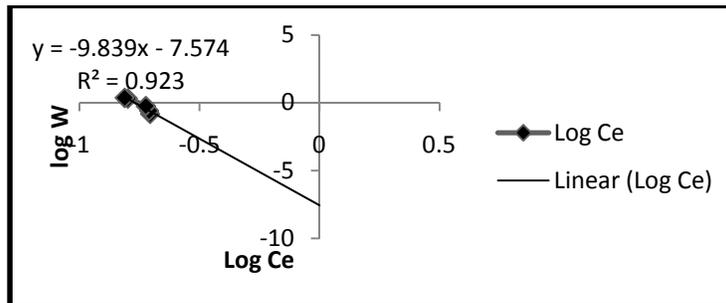
Isoterm Adsorpsi

Tabel 3. Isoterm Adsorpsi (Langmuir dan Freundlich)

X	Abs	Co-Ce	Ce	Log Ce	W	Log W
0%	-0.0009	9.848	0.152	-0.8181	0.197	-0.7055
5%	0.0010	9.739	0.260	-0.5850	0.195	-0.7099
10%	0.00645	9.427	0.573	-0.2418	0.189	-0.7235
15%	0.0320	7.962	2.038	0.3092	0.159	-0.7986
20%	0.03645	7.707	2.293	0.3604	0.154	-0.8124



Gambar 6. Isoterm Langmuir



Gambar 7. Isoterm Freundlich

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa semakin besar konsentrasi aktivator, semakin kecil kadar logam timbal yang teradsorpsi oleh karbon aktif ampas tebu. Untuk menentukan pola isoterm adsorpsi logam timbal yang teradsorpsi oleh karbon aktif, maka dilakukan uji linieritas untuk membuktikan bahwa adsorpsi yang terjadi termasuk isoterm adsorpsi Langmuir atau Freundlich.

Berdasarkan Gambar 6 dan 7 nampak bahwa adsorpsi logam timbal menggunakan karbon aktif ampas tebu telah sesuai dengan pola isoterm adsorpsi Langmuir maupun Freundlich dengan nilai R^2 secara berturut-turut sebesar 0,998 dan 0,923. Kedua model isoterm tersebut memenuhi syarat uji linearitas yaitu nilai koefisien determinasi $R^2 \geq 0.9$ (mendekati angka 1). Akan tetapi, linearitas isoterm adsorpsi Langmuir lebih bagus digunakan untuk mencirikan mekanisme adsorpsi logam timbal dibandingkan dengan Freundlich. Dari data tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa pada proses adsorpsi tersebut berlangsung secara monolayer (satu lapisan) atau secara kimisorpsi dengan persamaan garis $y = 6.594x - 0.443$.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kadar logam berat timbal yang mampu diserap oleh karbon aktif ampas tebu dengan konsentrasi (0%, 5%, 10%, 15% dan 20%) berturut-turut adalah 9,848 ppm, 9,740 ppm, 9,427 ppm, 7,962 ppm dan 7,707 ppm dengan efisiensi serapan berturut-turut yaitu 98,5%, 97,4%, 94,3%, 79,6% dan 77,1%.
2. Konsentrasi aktivator berbanding terbalik terhadap daya serap karbon aktif dari ampas tebu. Dimana semakin tinggi konsentrasi, maka semakin rendah kadar logam yang mampu diserap oleh karbon aktif.

Saran

Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan, penggunaan karbon aktif dari ampas tebu sebagai adsorben dapat dijadikan sebagai alternatif biomaterial untuk mengurangi konsentrasi logam berat timbal. Pada penelitian selanjutnya, perlu dilakukan uji coba aplikasi penggunaan karbon aktif ampas tebu pada air limbah industri seperti industri tekstil atau industri yang menggunakan logam berat timbal. Selain itu, sebaiknya digunakan aktivator dengan konsentrasi rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Asbahani, *Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Karbon Aktif untuk Menurunkan Kadar Besi Pada Air Sumur*, Vol 13, No. 1 (Juni 2013).
- Misran, E., 2005, "Industri Tebu Menuju Zero Waste Industri", *Jurnal Teknologi Proses*, Vol. 4, No. 2, Universitas Sumatra Utara: Fakultas Teknik.
- Rajawane, 2008, "Biosorpsi Logam Berat Pb(II) Menggunakan Kulit Buah Kakao", *Skripsi*, Bogor: Departemen Kimia Fakultas MIPA IPB.
- Rinawanti, S. Anita, dan Itnawita., 2013, "Daya Serap Ampas Tebu untuk Remediasi Magnesium, Mangan, Seng dan Nitrat pada Air Lindih TPA Muara Fajar Pekanbaru". *Skripsi Sarjana*, Riau: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau Kampus Bina Widya Pekanbaru.
- Shofa., 2012, "Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu Dengan Aktivasi Kalium Hidroksida", *Skripsi Sarjana*, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Wikana, I. dan Lukas L., 2008, "Tinjauan Kuat Lentur Panel Menggunakan bahan Ampas Tebu Dan Sikacim Bonding Adhesive", *Majalah Ilmiah Ukrim*. Edisi1. Yogyakarta: UKRIM.
- Yasril, Kasjono, H.S., dan Ganefati, S. P., 2009, "Penurunan Kadar Krom (Cr) dengan Menggunakan Biomassa Ampas Tebu Secara Bio-Adsorpsi", Vol 10, No. 1, Jakarta.