

Adsorpsi Pb (II) oleh Kitosan Terlapiskan pada Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit

by Mahmud Mahmud

Submission date: 06-Feb-2019 11:09AM (UTC+0700)

Submission ID: 1073755924

File name: e11.pdf (214.06K)

Word count: 5445

Character count: 30116

ADSORPSI Pb(II) OLEH KITOSAN TERLAPISKAN PADA ARANG AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT

Umi Baroroh Lili Utami*, Taufiqur Rohman dan Mahmud

Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru
E-mail: liliutami@yahoo.com

Diterima 19 Maret 2009, disetujui untuk diterbitkan 28 Oktober 2009

ABSTRACT

The research focuses on the chitosan solubility of comparison between active charcoal with chitosan, optimum pH adsorption Pb(II), equilibrium time, capacity adsorption and recovery of chitosan coated oil palm shell active charcoal. The result showed that at pH=2-7, the lowest chitosan solubility at comparison of active charcoal which chitosan coated was 1% (1 g of chitosan was added to 100 ml of 10% oxalic acid) with 1 g active charcoal. The optimum pH adsorption of Pb(II) by active charcoal which chitosan coated occurred at pH range of 2-5 with amount of Pb(II) adsorbed was 97.76 to 98.58 %. The equilibrium time of chitosan coated oil palm shell active charcoal was 45 minutes. Using Langmuir isotherm model, the capacity for the chitosan coated oil palm shell active charcoal was found to be 10.03 mg Pb /g. The recovery of chitosan coated oil palm shell active charcoal was 71,55%.

Keywords: Oil palm shell active charcoal, chitosan, Pb(II) adsorption.

I. PENDAHULUAN

Kalimantan Selatan salah satu sentra produksi kelapa sawit di Indonesia, pada tahun 2004 menghasilkan 248.329,00 ton kelapa sawit dengan lahan seluas 160.753,00 ha dan tahun 2007 telah meluas menjadi 184.290,00 ha¹⁾. Tahun 2006 Pemerintah Daerah Kalimantan Selatan telah mengembangkan perkebunan kelapa sawit seluas 4.600 Ha. (Banjarmasin Post, 2006). Limbah cangkang pemanfaatannya masih sangat kecil. Jumlah limbah cangkang sebanyak 7% dari kelapa sawit dan setiap hektar 2-5 ton tempurung pertahun. Cangkang kelapa sawit sampai saat ini hanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk boiler dan bahan pengeras jalan sebagai pengganti sirtu²⁾, padahal cangkang kelapa sawit ini dapat dijadikan arang aktif³⁾.

Hasil penelitian Purwaningsih *et al.*³⁾ tentang pemanfaatan arang aktif cangkang kelapa sawit sebagai adsorben pada limbah cair kayu lapis menyatakan bahwa rendemen arang dari cangkang kelapa sawit sebesar 33,5%, sedangkan serbuk arang yang dihasilkan 33,7%. Sembiring dan Sinaga⁴⁾ telah melakukan penelitian tentang pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa dengan cara destilasi kering pada temperatur 600°C selama 3 jam. Hasil penelitian menyatakan bahwa semakin bertambahnya temperatur destilasi, daya serap arang aktif semakin baik, masih diperlukan pembatasan temperatur yaitu tidak melebihi 1000°C karena banyak terbentuk abu sehingga menutupi pori-pori yang berfungsi untuk mengadsorpsi, akibatnya daya serap arang aktif akan menurun. Hasil penelitian yang dilakukan Giraldo and Moreno⁵⁾ tentang adsorpsi Pb(II) oleh karbon aktif menunjukkan bahwa nilai kapasitas adsorpsi karbon aktif 0,92-2,42 mek/g lebih besar daripada nilai kapasitas adsorpsi arang 0,63-0,12 mek/g karena pada arang yang digunakan belum diaktifasi, dimana kemampuan maksimum pemindahan logam Pb(II) terjadi pada pH = 4.

Limbah cair industri tekstil banyak mengandung zat-zat yang berbahaya dan bersifat toksik, salah satunya adalah logam berat. Logam berat tidak dapat diuraikan lagi oleh tubuh, sehingga keberadaannya di lingkungan dapat membahayakan manusia, bahkan pada konsentrasi rendah sekalipun⁶⁾. Logam berat tersebut antara lain raksa (Hg), nikel (Ni), kadmium (Cd), timbal (Pb), krom (Cr), tembaga (Cu), dan besi (Fe) serta beberapa jenis logam yang lain⁷⁾. Menurut data dari Departemen Perindustrian Kalimantan Selatan, pada tahun 2002 tercatat ada 103 industri sasirangan di Kalimantan Selatan. Limbah cair yang dihasilkan dari industri sasirangan berkisar 100-200 liter perhari tiap *home industry*. Limbah ini memiliki pH 10,15, COD 457 ppm, Cr total 23,45 ppm, Pb 13,57 ppm dan TSS 550 ppm⁸⁾. Filter arang kayu ulin ukuran 20-40 mesh adalah yang terbaik untuk limbah sasirangan, namun belum mampu mengatasi Pb dan Cr total⁹⁾.

Di Kecamatan Bati-Bati, Tanah Laut Kalimantan Selatan, banyak perusahaan kerupuk udang. Penduduk di sekitarnya sangat resah dengan keberadaan limbah kulit udang yang menumpuk karena berbau. Limbah ini sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kitosan⁹⁾. Penggunaan kitosan sebagai biosorben sebenarnya telah banyak digunakan, tetapi mempunyai beberapa kelemahan diantaranya adalah kitosan mudah larut pada pH rendah. Hasil penelitian Onar and Sarisik¹⁰⁾ menyatakan bahwa kitosan mudah larut pada larutan di bawah pH 6 dan stabil pada pH 7. Untuk mengatasi permasalahan larutnya kitosan pada pH rendah, untuk aplikasi pada pengolahan limbah maka diperlukan adanya substrat yang dapat menempelkan kitosan. Salah satu material yang bisa bertindak sebagai substrat adalah arang aktif.

Nomanbhay dan Palanisamy¹¹⁾ telah melakukan penelitian mengenai perpindahan logam Cr(VI) dari air limbah industri dengan menggunakan arang kulit kelapa sawit yang dilapisi kitosan. Pengaruh konsentrasi terhadap kesetimbangan adsorpsi Cr(VI) telah dipelajari melalui variasi sejumlah adsorben dari 1,5 sampai 30 g/l, sedangkan pengaruh pH optimum terhadap adsorpsi Cr(VI) meningkat dari 65% menjadi 92% pada kisaran pH 1-5 dan efisiensi perpindahan logam Cr(VI) yang optimal terjadi pada pH 5. Efisiensi perpindahan logam Cr(VI) juga meningkat dari 60% menjadi 90% yaitu pada saat waktu kontak ditingkatkan dari 30-180 menit hingga waktu kontak optimum diperoleh pada 180 menit. Pada penelitian ini belum dilakukan variasi perbandingan arang dan kitosan serta uji kelarutan arang terlapiskan kitosan, dan recovery serta aplikasinya untuk logam Pb(II).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pembuatan Arang Cangkang Kelapa Sawit

2.1.1. Pembuatan Alat Pengarangan

Tempat pengarangan dibuat dari suatu kaleng bekas dengan tinggi 37,5 cm dan diameter 29,5 cm yang lengkap diberi tutup. Tutup harus diberi lubang-lubang dengan ukuran 1x1 cm. Saat pembuatan arang, wadah diletakkan di atas dua buah pipa dengan bagian yang ada lubangnya berada di bawah. Sebelum pengarangan, pada bagian bawah wadah diberi bahan bakar berupa sabut kelapa secara merata serta menggunakan minyak tanah sebagai bahan bakarnya.

2.1.2. Proses Pengarangan

Cangkang kelapa sawit berukuran ± 1 cm² dimasukkan ke dalam wadah. Api dinyalakan, dan lubang-lubang udara dibiarkan terbuka, selama pengarangan perlu diperhatikan asap yang terbentuk : Jika asap tebal dan putih, berarti cangkang sedang mengering. Jika asap tebal dan kuning, berarti pengkarbonan sedang berlangsung. Pada fase ini sebaiknya tungku ditutup dengan maksud agar jumlah oksigen pada ruang pengarangan serendah-rendahnya sehingga diperoleh hasil arang yang baik. Pengaturan udara di dalam tungku bisa diatur dengan melepaskan atau memasang pipa di bawah wadah. Jika asap semakin menipis dan berwarna biru, berarti pengarangan hampir selesai. Wadah dibalik dan proses pembakaran selesai. Arang dibiarkan hingga dingin, setelah itu arang bisa dibongkar.

2.1.3. Preparasi Arang

Arang cangkang kelapa sawit dihaluskan dengan lumpang, kemudian disaring dengan saringan ukuran 12-20 mesh. Arang direbus selama ± 3 jam, lalu disaring dan dikeringkan selama ± 1 jam. Hasil saringan disimpan dalam wadah tertutup.

2.2. Proses Aktifasi Arang

Arang yang dihasilkan dimasukkan ke dalam tanur kemudian ditutup rapat. Tanur diatur pada suhu awal 0-800°C selama ± 2 jam. Setelah mencapai suhu optimum 800°C selama ± 5 menit maka proses aktifasi arang telah selesai. Arang aktif yang dihasilkan dibiarkan sampai dingin, setelah itu arang aktif dapat dikeluarkan¹²⁾.

2.3. Isolasi Kitin dan Kitosan dari Kulit Udang

Kulit udang sebanyak 100 g dicuci sampai bersih lalu dikeringkan dan dihaluskan. Kemudian dilakukan demineralisasi dengan HCl 1,0 M sebanyak 1 liter pada suhu 120°C selama 60 menit, kemudian disaring dan dicuci sampai bersih hingga diperoleh filtrat yang netral. Residu yang diperoleh dideproteinisasi dengan NaOH 3,5% (b/v) dengan perbandingan 1:10 (residu : pelarut) pada suhu 120°C selama 90 menit, lalu disaring dan dicuci sampai diperoleh filtrat yang netral. Pada tahap ini telah diperoleh kitin. Sebanyak 50 g kitin dideasetilasi dengan NaOH 50% (b/v) dengan perbandingan 1:20 (kitin : pelarut) pada suhu 120°C

selama 90 menit, kemudian disaring. Kitosan yang diperoleh dicuci sampai diperoleh air cucian netral. Kitosan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 4 jam.

3.4. Preparasi Gel Kitosan

Sebanyak 1 g kitosan ditambahkan ke dalam 100 ml asam oksalat 10% (v/v) sambil diaduk dan dipanaskan pada suhu 40-50°C sampai larut, pada suhu kamar larutan kitosan tersebut membentuk gel kental berwarna kuning keruh. Dengan prosedur yang sama juga dilakukan untuk 0,33 dan 3 g kitosan.

3.5. Pelapisan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit dengan Kitosan

Sebanyak 15 g arang aktif dimasukkan ke dalam 15 ml gel kitosan 1% (1 g kitosan dalam 100 ml asam oksalat 10%) dan campuran dikocok dengan *shaker* selama 24 jam. Selanjutnya perbandingan 15 ml gel kitosan 1% : 15 g arang aktif dianggap 1:1 yang diberi kode K2A2. Campuran kemudian disaring, dicuci dengan akuades dan dikeringkan. Proses pelapisan diulang sebanyak 3 kali untuk memperoleh lapisan kitosan yang tebal pada arang. Arang hasil pelapisan dengan kitosan dipisahkan dari larutan, dan direndam dalam larutan NaOH 0,5% selama 3 jam untuk penetralan. Kemudian dilakukan penyaringan dan pencucian dengan akuades hingga diperoleh filtrat yang netral. Arang hasil pelapisan dikeringkan pada suhu 60°C hingga kering dan diperoleh berat yang konstan. Dengan prosedur yang sama juga dilakukan untuk 15 ml gel kitosan 3% : 15 g arang aktif dengan perbandingan 3:1 (K3A1) dan 15ml gel kitosan 0,33 % : 15 g arang aktif dengan perbandingan 1:3 (K1A3). Perlakuan ini dilakukan sebanyak dua kali.

3.6. Uji Kelarutan Kitosan pada Berbagai Perbandingan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit

Terlapiskan Kitosan dengan Variasi pH

Sebanyak 1 g adsorben produk dimasukkan dalam 25 ml akuades yang telah diatur pada pH 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 dengan larutan HCl 0,1 M dan NaOH 0,1 M, campuran diaduk konstan dengan *shaker* selama 24 jam, kemudian didekantir. Adsorben produk tersebut dikeringkan dan ditimbang sampai beratnya konstan.

3.7. Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Pb(II) Arang Aktif Terlapiskan Kitosan

Larutan Pb(II) dibuat dengan konsentrasi 100 mg/l dari larutan stok Pb(II) 1000 mg/l. Sebanyak 20 ml larutan Pb 100 mg/l dipipet dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml. Kemudian pH larutan di dalam masing-masing erlenmeyer diatur dengan menambahkan larutan HCl atau NaOH. Variasi pH untuk adsorpsi Pb(II) oleh arang aktif dilapisi kitosan adalah 2; 3; 4; 5; 6 dan 7. Ke dalam setiap larutan dimasukkan 5 g adsorben, kemudian dilakukan pengocokan dengan *shaker* selama 24 jam. Larutan kemudian disaring dan filtrat yang diperoleh dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom untuk mengetahui jumlah Pb yang tersisa dalam larutan setelah interaksi.

3.8. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Pb(II) Arang Aktif Terlapiskan Kitosan

Larutan Pb(II) dibuat dengan konsentrasi 100 mg/l dari larutan stok Pb(II) 1000 mg/l. Sebanyak 20 ml larutan Pb 100 mg/l dipipet ke dalam erlenmeyer 100 ml dan di atur pada pH = 4 dengan asam klorida atau natrium hidroksida menggunakan pH-meter. 1500 miligram adsorben dimasukan ke setiap larutan, kemudian dilakukan pengocokan menggunakan *shaker* dengan waktu yang bervariasi. Variasi waktu yang diamati dalam penelitian baik untuk adsorben arang maupun arang yang telah dimodifikasi ini berkisar dari 15; 25; 35; 45; 55; 60; dan 65 menit. Setelah interaksi antara adsorben dengan larutan telah berlangsung sesuai dengan waktu yang diinginkan, dilakukan penyaringan. Filtrat yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Spektrometer Serapan Atom untuk mengetahui banyaknya Pb yang tersisa dalam larutan setelah interaksi dengan adsorben.

3.9. Pengaruh Konsentrasi Awal Pb(II) terhadap Adsorpsi dan Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Pengaruh konsentrasi awal dari larutan logam dalam interaksi antara adsorben dengan logam dapat diketahui dengan membuat sejumlah larutan Pb dengan variasi konsentrasi awal 400; 575; 625; 700; 750; 800; dan 850 mg/l melalui pengenceran dari larutan stok Pb(II) 1000 mg/l. Selanjutnya ke dalam erlenmeyer 100 ml dipipetkan 20 ml larutan untuk setiap konsentrasi awal dan di atur pada pH=4 dengan asam klorida atau natrium hidroksida menggunakan pH-meter, dan ditambahkan 1500 miligram adsorben ke dalam setiap larutan tersebut. Selanjutnya dilakukan pengocokan dengan *shaker* selama 24 jam. Setiap larutan kemudian disaring, dan filtrat yang diperoleh dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom untuk mengetahui banyaknya Pb yang tersisa dalam larutan

3.10. Recovery logam Pb(II)

Recovery logam dapat dilakukan dengan mengkondisikan adsorben dalam suasana yang lebih asam dari pada pH pengikatan logam oleh adsorben. 100 ml HCl 0,1 M ditambahkan pada adsorben yang telah dimuati logam Pb(II). Dalam penelitian ini adalah adsorpsi yang dikondisikan pada pH, waktu kesetimbangan, kapasitas adsorpsi Pb(II). Adsorben dibiarkan bereaksi dengan asam selama 1 jam. Kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (Baig, dkk., 1999).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Preparasi Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit

Preparasi arang cangkang kelapa sawit berasal dari limbah cangkang kelapa sawit, sehingga dihasilkan arang yang berwarna hitam agak mengkilap dan sedikit rapuh. Arang tersebut dihanjurkan hingga diperoleh ukuran mesh 12-20 kemudian diaktifasi pada suhu 800°C dan dianalisis dengan spektrofotometer inframerah. Sebelumnya, arang aktif tersebut diuji kualitasnya dengan parameter-parameter yang sesuai dengan SII No.0258 -79 syarat mutu karbon aktif. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Hasil uji syarat mutu arang aktif cangkang kelapa sawit

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Syarat SII No.0258 -79
Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	%	4,86	Maksimum 15%
Kadar Air	%	5,74	Maksimum 10%
Kadar Abu	%	3,01	Maksimum 2,5%
Daya serap terhadap larutan I ₂	%	15,39	Minimum 20%

Hasil uji syarat mutu arang aktif cangkang kelapa sawit (Tabel 4.1) terlihat bahwa parameter uji bagian yang hilang pada pemanasan 950°C sebesar 4,86%, dan kadar air sebesar 5,74% telah memenuhi syarat SII No.0258 -79. Parameter kadar abu sebesar 3,01% lebih besar dari syarat maksimum 2,5%, dimungkinkan tidak dilakukan perebusan kembali pada arang yang telah diaktifasi sehingga mineral-mineral pengotor telah menjadi abu. Untuk daya serap terhadap larutan I₂ sebesar 15,39% juga belum memenuhi syarat minimum 20%.

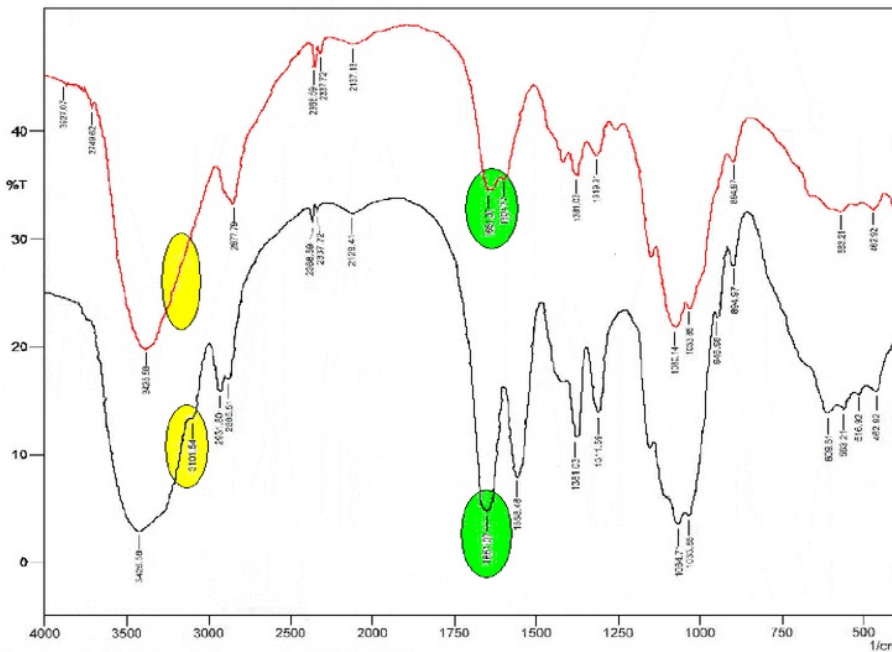
Hasil penelitian Prasetyo¹²⁾ tentang pengaruh temperatur dalam pembuatan arang aktif kayu ulin dan pemanfaatannya sebagai adsorben pada proses filtrasi air minum menunjukkan bahwa temperatur aktifasi 800°C merupakan kondisi optimum pada arang aktif kayu ulin dengan hasil kadar air 0,19%, kadar abu 0,26%, bagian yang hilang pada pemanasan 950°C 0,99% dan daya serap terhadap larutan I₂ sebesar 34,62% yang telah memenuhi syarat SII No.0258 -79.

3.2 Isolasi Kitin dan Kitosan dari Kulit Udang

Hasil analisis dari spektrum inframerah (Gambar 1) terhadap kitin dan kitosan menunjukkan bahwa kitosan telah berhasil diisolasi.

Tabel 2. Perbandingan bilangan gelombang gugus fungsi pada spektrum inframerah kitin dan kitosan

Kitin (cm ⁻¹) *	Kitosan (cm ⁻¹) *	Gugus fungsi**
1033,85	1080,14	Rentang C-N (C-O)
1651,07	1651,07	Rentang C=O
2885,51	2924,09	Rentang C-H jenuh
3101,54	-	Rentang N-H amida
3425,58	3448,72	Rentang O-H (meruah)



Gambar 1. Spektrum inframerah (a) kitin (b) kitosan

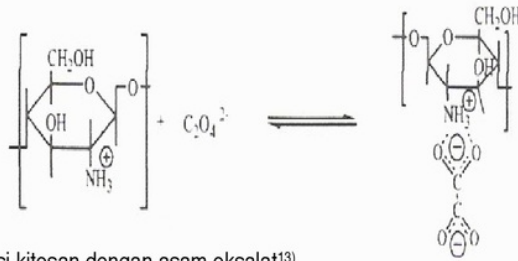
Perbandingan bilangan gelombang gugus fungsi pada spektrum inframerah kitin dan kitosan dapat dilihat pada Tabel 2.

Spektrum inframerah kitin pada Gambar 1 (a), menunjukkan bahwa ada beberapa puncak utama antara lain gugus hidroksil (O-H) pada bilangan gelombang 3425,58 cm^{-1} dan juga serapan oleh gugus N-H dari amida primer pada bilangan gelombang 3101,54 cm^{-1} . Serapan khas untuk gugus C=O dari gugus asetamida pada bilangan gelombang 1651,07 cm^{-1} yang merupakan serapan khas untuk kitin dan diperkuat oleh ikatan C-N atau ikatan C-O pada bilangan gelombang 1311,59 cm^{-1} ; 1064,71 cm^{-1} ; dan 1033,85 cm^{-1} (serapan dari 1350 cm^{-1} sampai 1000 cm^{-1}).

Spektrum inframerah kitosan pada Gambar 1 (b) menunjukkan perbedaan dengan spektrum inframerah kitin yaitu hilangnya serapan oleh gugus N-H dari amida primer pada bilangan gelombang 3101,54 cm^{-1} dan menurunnya intensitas serapan oleh gugus C=O, karena terjadi proses deasetilasi saat isolasi kitosan.

3.3. Pelapisan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit dengan Kitosan

Pelapisan arang aktif cangkang kelapa sawit dilakukan dengan melarutkan kitosan dahulu. Pada penelitian ini, pelarut yang digunakan adalah asam oksalat 10%, sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nomanbhay and Palanisamy¹¹⁾. Asam oksalat hanya sebagai pelarut, yang memungkinkan



Gambar 2. Reaksi kitosan dengan asam oksalat¹³⁾

membentuk suatu struktur dengan kitosan (Gambar 2). Salah satu unit dari karboksilat pada asam oksalat bisa berkompleks dengan kitosan, sedang unit karboksil yang kedua dapat mengambil bagian berikatan silang inter dan intra molekul dengan unit kitosan lain seperti diusulkan oleh Rogovina *et al.*¹³⁾. Kompleks kitosan karboksilat dapat berinteraksi secara ionik, sedang ikatan silang dapat berinteraksi secara kovalen dengan bagian polimer kitosan yang¹³⁾.

Kitosan dilarutkan dalam 100 ml pelarut dengan berbagai jumlah sesuai perbandingan pelapisan yaitu (1; 0,33; 3) g kitosan dan dipanaskan pada suhu 40-50°C dengan pengadukan konstan, sehingga dihasilkan campuran kitosan-asam oksalat berupa gel kental yang berwarna kuning keruh pada suhu kamar. Arang kemudian dicampurkan gel kitosan dengan berbagai perbandingan yaitu 1:1 (b/v) diberi kode K2A2; 1:3 (b/v) diberi kode K1A3; dan 3:1 (b/v) diberi kode K3A1. Pelapisan ini dilakukan sebanyak 3 kali untuk memperoleh lapisan kitosan yang tebal pada arang aktif.

Arang aktif cangkang kelapa sawit yang dihasilkan juga berbeda jauh dengan arang aktif yang dilapiskan kitosan, arang aktif terlihat berwarna hitam agak mengkilap dibandingkan arang aktif tanpa dilapiskan kitosan yang hanya berwarna hitam. Banyaknya kitosan yang menempel pada arang aktif dapat ditentukan dengan mengukur berat akhir arang aktif dilapisi kitosan dan dikurangkan dengan berat awal arang aktif tanpa dilapisi kitosan. Banyaknya kitosan yang menempel pada 1 g arang aktif dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 3. Jumlah kitosan yang menempel pada 1,00 g arang aktif

Kode antara kitosan dengan arang aktif	Jumlah kitosan yang menempel pada arang		
	Pelapisan ke-1 (g)	Pelapisan ke-2 (g)	Pelapisan ke-3 (g)
K1A3	0,018	0,100	0,110
K2A2	0,029	0,091	0,131
K3A1	0,095	0,119	0,145

Perbandingan 3:1 (K3A1) dengan konsentrasi 3% (3 g kitosan dalam 100 ml asam oksalat 10%), jumlah kitosan yang menempel pada arang aktif lebih banyak daripada perbandingan 1:1 (K2A2) dan perbandingan 1:3 (K1A3) yang konsentrasinya masing-masing 1% (1 g kitosan dalam 100 ml asam oksalat 10%) dan 0,33% (0,33 g kitosan dalam 100 ml asam oksalat 10%). Banyaknya kitosan yang menempel pada arang aktif akan bertambah (Tabel 3) sebanding dengan bertambahnya konsentrasi larutan kitosan. Hal ini dikarenakan situs aktif pada arang aktif belum jenuh, ini akan berlangsung terus sampai situs aktif dari arang aktif tersebut jenuh sehingga kitosan yang menempel tidak bertambah lagi walaupun konsentrasi kitosan bertambah.

3.4. Uji Kelarutan Kitosan pada Berbagai Perbandingan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Terlapiskan Kitosan dengan Variasi pH

Uji kelarutan kitosan pada arang aktif terlapiskan kitosan dapat dilakukan dengan mengatur pH dari 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 untuk mengetahui adanya pengaruh pH. Banyaknya kitosan yang larut dan yang masih menempel pada arang aktif terlapiskan kitosan sebanyak 1 g dalam 25 ml akuades dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

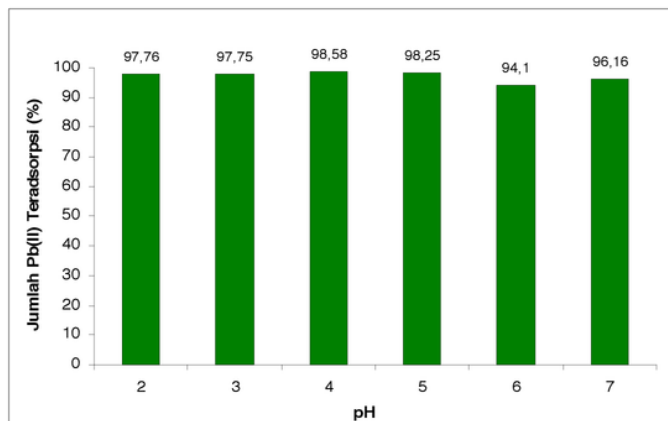
Tabel 4. Jumlah kitosan yang larut dan yang masih menempel pada arang aktif terlapiskan kitosan dalam 25 ml akuades dengan variasi pH

pH	Jumlah kitosan yang larut pada arang aktif terlapiskan kitosan (g)			Jumlah kitosan yang masih menempel pada arang aktif terlapiskan kitosan (g)		
	K2A2 (1:1)	K1A3 (1:3)	K3A1 (3:1)	K2A2 (1:1)	K1A3 (1:3)	K3A1 (3:1)
2	0,06	0,07	0,08	0,071	0,040	0,065
3	0,05	0,06	0,07	0,081	0,050	0,075
4	0,05	0,06	0,08	0,081	0,050	0,065
5	0,05	0,07	0,08	0,081	0,040	0,065
6	0,05	0,07	0,08	0,081	0,040	0,065
7	0,05	0,06	0,08	0,081	0,050	0,065

Tingkat kelarutan arang aktif terlapiskan kitosan yang paling rendah dapat diketahui berdasarkan jumlah kitosan yang larut pada arang aktif terlapiskan kitosan (Tabel 4) yaitu pada perbandingan 1:1 (K2A2) sedangkan pada perbandingan 1:3 (K1A3) dan perbandingan 3:1 (K3A1) tingkat kelarutannya lebih besar. Sebaliknya, jumlah kitosan yang masih menempel pada arang aktif terlapiskan kitosan perbandingan 1:1 (K2A2) lebih besar daripada perbandingan 3:1 (K3A1) dan perbandingan 1:3 (K1A3). Banyaknya kitosan yang masih menempel pada arang aktif maka situs aktif pada kitosan tersebut masih dapat digunakan untuk mengadsorpsi logam berat. Dengan demikian, perbandingan 1:1 (K2A2) adalah pelapisan yang optimum pada arang aktif dengan kitosan. Berdasarkan uji statistik (Lampiran 5, Tabel 8.) juga diketahui bahwa adanya variasi pH pada perbandingan 1:1 (K2A2), 1:3 (K1A3) dan 3:1 (K3A1) terhadap kelarutan dan interaksinya tidak berpengaruh secara signifikan, melainkan perbandingan antara arang aktif dan kitosan yang sangat berpengaruh.

3.5. Pengaruh pH terhadap Jumlah Pb(II) Teradsorpsi Arang Aktif Terlapiskan Kitosan

Perbandingan optimum pada pelapisan arang aktif cangkang kelapa sawit terlapiskan kitosan yaitu perbandingan 1:1 (K2A2) dapat diketahui berdasarkan uji kelarutan kitosan, yang kemudian digunakan untuk mengetahui pengaruh pH pada arang aktif terlapiskan kitosan yang telah diinteraksikan dengan logam Pb(II). Proses adsorpsi dalam larutan pada umumnya dipengaruhi oleh pH, karena pH akan mempengaruhi muatan pada situs aktif atau ion H⁺ akan berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif. Berdasarkan pada Gambar 4.6, adsorpsi Pb(II) oleh arang aktif terlapiskan kitosan terlihat bahwa pada kisaran pH 2-5 jumlah Pb(II) yang teradsorpsi cenderung naik dari 97,76-98,58%. Pada pH 6 jumlah Pb(II) yang teradsorpsi lebih sedikit yaitu 94,10% dibandingkan pada pH lain, ini dimungkinkan kitosan yang melapisi arang aktif tersebut kurang maksimal mengakibatkan kitosan yang sudah menempel mudah lepas kembali.

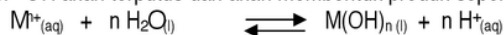


Gambar 3. Pengaruh pH terhadap jumlah Pb(II) teradsorpsi pada arang terlapiskan kitosan

Dengan demikian, adsorpsi Pb(II) oleh arang aktif terlapiskan kitosan mencapai pH optimum adsorpsi pada kisaran pH 2-5. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Jin and Bai¹⁴⁾, bahwa adsorpsi timbal dengan kitosan, dimana kemampuan maksimum pemindahan logam Pb (II) terjadi pada pH= 4.

Penelitian lain menunjukkan bahwa pH merupakan parameter penting dalam proses adsorpsi logam berat yaitu adsorpsi Cu(II) oleh kitosan mencapai pH optimum pada kisaran pH 3-5, dan adsorpsi Cr(VI) memiliki kemampuan adsorpsi maksimum pada pH 5¹⁵⁾. Selain itu pemindahan Cr(VI) oleh arang cangkang kelapa sawit yang dilapisi kitosan juga mencapai pemindahan maksimum pada pH 5¹¹⁾.

Kondisi pH larutan selain dapat mempengaruhi situs aktif juga mempengaruhi sifat kimia logam berat. Perubahan sifat kimia logam berat akibat perubahan pH disebabkan oleh adanya hidrolisis, pada reaksi ini ikatan -OH akan terputus dan akan membentuk produk seperti pada reaksi berikut:

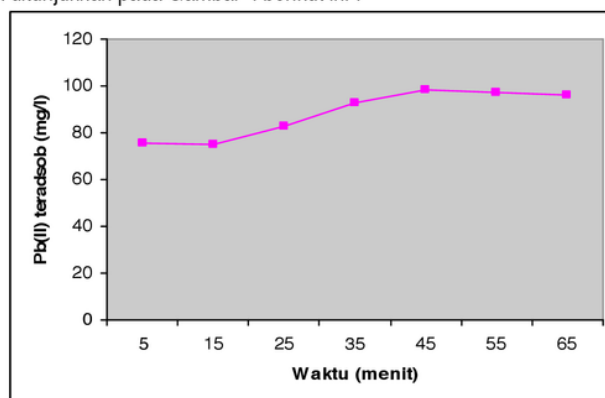


Dimana $M^{2+}_{(aq)}$ adalah Pb(II)¹⁶⁾.

3.6. Penentuan Waktu Kesetimbangan pada Adsorpsi Pb(II)

Faktor yang berpengaruh dalam adsorpsi logam selain pH adalah waktu interaksi antara logam dengan adsorben. Dengan penambahan waktu interaksi banyaknya logam yang teradsorpsi akan semakin banyak, sampai pada suatu titik dimana seluruh situs aktif pada adsorben telah jenuh dan terjadi kesetimbangan waktu reaksi dimana jumlah logam yang terikat tidak mengalami penambahan yang signifikan.

Untuk mempelajari pengaruh waktu terhadap interaksi antara Pb(II) dengan adsorben (Kitosan, Kitosan yang dilapiskan pada arang, dan arang) maka larutan Pb(II) diinteraksikan dengan adsorben pada beberapa variasi waktu. Pada penelitian ini digunakan beberapa variasi waktu kontak dengan Pb(II) yaitu dari 15; 25; 35; 45; 55; 60; dan 65 menit. Hubungan antara banyaknya Pb(II) yang terikat pada adsorben dengan variasi waktu kontak ditunjukkan pada Gambar 4 berikut ini :



Gambar 4. Pengaruh waktu kontak terhadap jumlah Pb(II) teradsorpsi pada arang terlapiskan kitosan

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa penyerapan Pb(II) oleh adsorben mengalami peningkatan dengan bertambahnya waktu kontak. Adsorpsi Pb(II) oleh kitosan yang dilapiskan pada arang, arang cangkang kelapa sawit, dan kitosan berlangsung dengan cukup cepat. Pada kitosan yang dilapiskan pada arang mencapai waktu kesetimbangan pada adsorpsi Pb(II) setelah 45 menit, jumlah logam yang diserap tidak lagi mengalami perubahan. Hal ini dapat diartikan bahwa adsorpsi Pb(II) oleh kitosan yang dilapiskan pada arang mencapai kesetimbangan dalam waktu yang cukup singkat, untuk arang memiliki waktu kesetimbangan adsorpsi yaitu pada 35 menit sedangkan untuk kitosan sendiri memiliki waktu kesetimbangan adsorpsi yang lebih cepat dari arang dan kitosan yang dilapiskan pada arang yaitu pada 25 menit. Hal ini tidak jauh berbeda dengan penelitian lain yang memperoleh waktu kesetimbangan adsorpsi Pb(II) oleh arang kayu ulin yang dilapisi kitosan pada 25 menit.

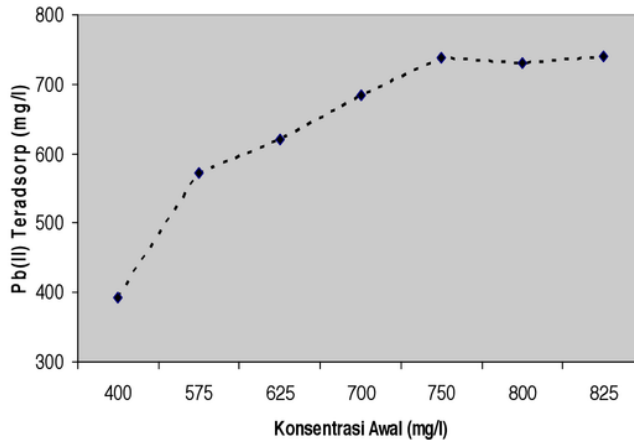
Waktu kesetimbangan adsorpsi Pb(II) lebih lama, kitosan yang dilapiskan pada arang terjadi adsorpsi antara adsorbat dengan kitosan yang menempel pada permukaan arang dengan terbentuk ikatan antara adsorbat dengan kitosan yang menempel pada arang dan harus berkesetimbangan juga dengan ikatan antara kitosan dan arang. Sedangkan arang sendiri mengadsorpsi adsorbat menggunakan pori-pori sehingga adsorbat yang terserap rentan untuk lepas kembali sehingga arang tersebut memerlukan waktu untuk menyerap kembali logam yang terlepas. Berbeda dengan halnya kitosan sendiri terjadi ikatan antara logam Pb(II) yang kuat dengan gugus aktif pada adsorben, sehingga logam Pb(II) tidak mudah lepas dan selama 25 menit telah tercapai waktu kesetimbangan pada adsorpsi Pb(II).

3.7. Pengaruh Konsentrasi Awal Pb(II) terhadap Adsorpsi dan Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Penentuan kapasitas penyerapan ion logam oleh adsorben dilakukan pada pH dan waktu kesetimbangan, untuk menentukan kapasitas adsorpsi dari adsorben, diamati pola adsorpsi oleh adsorben dengan memvariasikan konsentrasi awal larutan Pb(II) yang diinteraksikan dengan adsorben menggunakan

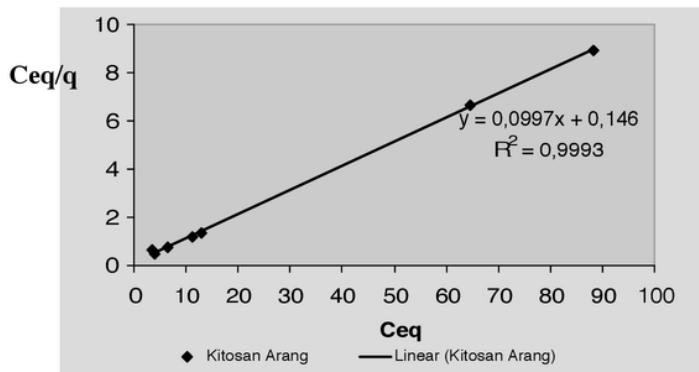
persamaan isoterm Langmuir. Pada penelitian ini digunakan beberapa variasi konsentrasi awal Pb(II) yaitu 400; 575; 625; 700; 750; 800; dan 825 mg/l.

Perbandingan antara banyaknya logam Pb(II) yang teradsorp oleh kitosan yang dilapiskan pada arang, arang, dan kitosan dalam penelitian ini ditampilkan dalam grafik pada Gambar 5 berikut :



Gambar 5. Hubungan antara konsentrasi awal logam Pb(II) dengan banyaknya logam Pb(II) yang teradsorp pada arang terlapiskan kitosan

Adsorben memiliki sejumlah situs aktif dimana tiap situs aktif memiliki probabilitas yang sama untuk berikatan dengan molekul adsorbat. Selama situs aktif belum jenuh oleh adsorbat, maka kenaikan konsentrasi adsorbat akan diikuti pula dengan kenaikan jumlah adsorbat yang diikat. Tiap situs aktif hanya dapat mengikat paling banyak satu molekul adsorbat dan adsorpsi terbatas pada adsorpsi monolayer, jika semua situs aktif telah mengikat molekul adsorbat, maka kenaikan konsentrasi adsorbat tidak lagi diikuti penambahan jumlah molekul teradsorp.



Gambar 6. Grafik isoterm Langmuir untuk logam Pb(II) yang dikontakan dengan arang terlapiskan kitosan

Jumlah Pb(II) yang teradsorpsi meningkat seiring bertambahnya konsentrasi awal logam Pb(II). Besarnya kapasitas adsorpsi dari arang, kitosan dan kitosan yang dilapiskan pada arang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Langmuir, yaitu

$$q = \frac{q_{\max} \cdot b \cdot C_{eq}}{1 + b \cdot C_{eq}}$$

dengan,

Ceq = konsentrasi logam kesetimbangan dalam larutan atau konsentrasi akhir logam (mg/l)

- b = banyaknya adsorbat yang teradsorpsi per gram adsorben (mg/g)
 Q_{max} = kapasitas adsorpsi maksimum
 b = energi relatif dari adsorpsi atau konstanta ikatan (l/mg)

Arang terlapiskan kitosan mencapai kesetimbangan adsorpsi pada konsentrasi awal Pb(II) sebesar 750 mg/l, pada konsentrasi ini tidak lagi diikuti peningkatan konsentrasi Pb(II) yang terserap secara signifikan pada adsorben karena situs aktif dari adsorben telah jenuh oleh Pb(II).

Berdasarkan Gambar 6 dapat ditentukan kapasitas adsorpsi Pb(II) arang terlapiskan kitosan yaitu persamaan garis adalah $y = 0,0997x + 0,146$, q_{max} (kapasitas adsorpsi) adalah 10,03, dan R^2 sebesar 0,9993

3.8. Recovery Pb(II) yang Teradsorpsi oleh Arang Terlapiskan Kitosan

Recovery dapat dilakukan menggunakan asam-asam mineral encer seperti HCl, H₂SO₄, HNO₃, dan CH₂COOH untuk mendesorpsi logam. Proses *recovery* berkaitan dengan proses pelepasan ion logam oleh adsorben sehingga dapat digunakan kembali untuk mengikat ion logam. *Recovery* ion logam dilakukan dengan dua metode yaitu metode *batch* dan *kolom*. *Recovery* ion logam yang teradsorpsi oleh adsorben (kitosan, kitosan yang terlapiskan pada arang, dan arang) yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan HCl 0,1 M dengan metode *batch* tanpa adanya imobilisasi yang dikontakan dengan ion logam.

Tabel 5. Hasil Perhitungan data persen adsorpsi dan *recovery* ion logam dari arang terlapiskan kitosan

Adsorben	Pb(II)		
	Adsorpsi (%)	Recovery ₁ (%)	Recovery ₂ (%)
Kitosan Yang Dilapiskan Pada Arang	98,26	53,48	18,07

Kuantitas hasil total *recovery* Pb(II) dari adsorben yaitu pada kitosan yang dilapiskan pada arang sebesar 71,55 %. Proses *recovery* ion logam dimana asam keras cenderung berikatan dengan basa keras dan asam lunak cenderung berikatan dengan basa lunak. Ion logam Pb(II) merupakan asam lunak, sedangkan ion H⁺ merupakan asam keras sehingga ion logam Pb(II) dapat ditukar oleh ion H⁺. Larutan HCl pada proses ini merupakan sumber ion H⁺ yang akan melepaskan ion logam yang terikat pada gugus fungsi adsorben melalui mekanisme pertukaran ion¹⁶⁾.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa (a) Perbandingan arang aktif cangkang kelapa sawit terlapiskan kitosan yang optimum adalah konsentrasi kitosan 1% (1 gram kitosan dalam 100 ml asam oksalat 10% dengan 1 g arang aktif); (b) pH optimum adsorpsi Pb(II) oleh arang aktif cangkang kelapa sawit terlapiskan kitosan terjadi pada kisaran pH 2-5 dengan jumlah Pb(II) yang teradsorpsi dari 97,76-98,58%; (c) Waktu kesetimbangan pada adsorpsi Pb(II) oleh arang terlapiskan kitosan pada 45 menit; (d) Kapasitas adsorpsi Pb(II) arang terlapiskan kitosan sebesar 10,03 mg/g; (e) Kemampuan *recovery* arang aktif terlapiskan kitosan sebesar 71,55 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM). 2006. Potensi Kelapa Sawit di Kalimantan Selatan. *Regional Investment*. <http://regionalinvestment.com/sipid/id>. Diakses tanggal: 30 Desember 2007.
2. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah. 2005. INFO RISTEK : Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Tempurung Kelapa Sawit). *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah*, **3** (1) : 2-3.
3. Purwaningsih, S., Arung E.T. dan Muladi, S. 2000. *Pemanfaatan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Pada Limbah Cair Kayu Lapis*. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda. Hlm:1-6.

4. Sembiring, M.T. dan Sinaga, T.S. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Makalah Jurusan Teknik Industri, 1-9.
5. Giraldo, L. and Moreno-Piraján, J.C. 2006. Immersion enthalpy variation of surface-modified mineral activated carbon in lead (II) aqueous solution adsorption: the relation between immersion enthalpy and adsorption capacity. *ECLETICA*, **31** (4).
6. Susanti, E., Utomo Y. dan Zokia, N. 2004. Biosorpsi Ion Logam Berat oleh Ragi Roti. *Forum Pertanian* **16** (1): 37-50.
7. Boddu, V.M and Smith, E.D. 2002. *A Composite Chitosan Biosorbent for Adsorption of Heavy Metals from Wastewaters*. U.S Army Engineer Research & Development Center, Construction Engineering Research Laboratory. Champaign.
8. Lili Utami, U.B. dan Nurmasari, R. 2007. Pengolahan Limbah Cair Sasirangan secara Filtrasi Melalui Pemanfaatan Arang Kayu Ulin Sebagai Adsorben. *J. J. Sains MIPA*, **13** (3): 190 - 196
9. Muzzarelli. 1986. *Chitin*. Faculty of Medicine University of Ancona Italy. Pergamon Press 81-87.
10. Onar, N. and Sarişik, M. 2002. *Using and Properties Biofibers Based on Chitin and Chitosan on Medical Applications*. Textile Engineering Department, Turkey. p: 2.
11. Normanbhay, S.M and Palanisamy, K. 2005. Removal of Heavy Metal from Industrial Wastewater Using Chitosan Coated Oil Palm Shell Charcoal. *Electronic Journal of Biotechnology*, **8** (1): 48.
12. Prasetyo, E.B. 2007. *Pengaruh Temperatur dalam Pembuatan Arang Aktif Kayu Ulin dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Pada Proses Filtrasi Air Minum*. Kimia FMIPA UNMUL Banjarbaru. Hlm: 29. (tidak dipublikasikan).
13. Rogovina, S. Z., Vikhoreva, G.A., Akopova, T.A. and Gorbacheva, I.N. 2000. Investigation of Interaction of Chitosan with Solid Organic Acids and Anhydrides under Conditions of Shear Deformation. *J. Appl. Polymer Sci.*, **76**, 1147-1150.
14. Jin, L. and Bai, R. 2002. Mechanism of Lead Adsorption on Chitosan / Pva Hydrogel Beads, Abstract. *American Chemical Society*.
15. Schmuhi, R., H.M.Krieg and K. Keizer. 2001. Adsorption of Cu(II) and Cr(VI) Ions by Chitosan : Kinetics and Equilibrium Studies. *Water SA*, **27**(1):1-7.
16. Horsfall, M. Jr., and Spiiff, A.L. 2005. Equilibrium Sorption Study of Al³⁺, Co²⁺ and Ag⁺ in Aqueous Solution by Fluted Pumpkin (*Telfaria Occidentalis* HOOK f) Waste Biomass. *Acta Chim. Slov.*, **52**: 174-181.

Adsorpsi Pb (II) oleh Kitosan Terlapiskan pada Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit

ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

5%

★ ml.scribd.com

Internet Source

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%