

**PEMANFAATAN α – KERATIN BULU AYAM SEBAGAI ADSORBEN ION
TIMBAL (Pb)**

**(UTILIZATION OF α -KERATIN OF CHICKEN FEATHERS AS ADSORBEN OF
LEAD ION)**

**Rais Nur Latifah, Roro Ernia, Anisya Iisdiana, Erick Rian Yulianto, Nur Jannah
Asrilya, Ayuni Dita Rosalia, Rosid Eka Mustofa, Edi Pramono***

Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36 A, Kientingan
Surakarta 57126 telp. (0271) 663375

*email: edi.pramono.uns@gmail.com

Received 2 September 2013, Accepted 6 February 2014, Published 04 March 2014

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian adsorpsi ion Pb dengan adsorben bulu ayam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan daya adsorpsi adsorben dari bulu ayam yang teraktivasi dan tidak teraktivasi Na_2S terhadap ion Pb. Proses adsorpsi dilakukan dengan metode batch dengan memvariasikan konsentrasi, pH dan waktu kontak. Kadar Pb dalam larutan dikarakterisasi dengan spektroskopi AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu kontak yang diperlukan untuk waktu kesetimbangan adsorpsi oleh adsorben bulu ayam teraktivasi dan tidak teraktivasi masing-masing yaitu selama 60 menit dan 90 menit dan pada pH 8. Penyerapan Pb oleh bulu ayam ini mengikuti isotherm Freundlich dan kinetika reaksi yang terjadi mengikuti persamaan Ho.

Kata kunci: adsorpsi, biomassa bulu ayam, ion Pb(II), limbah cair tekstil, logam berat

ABSTRACT

Research of Pb ions adsorption with chicken feathers adsorbent has been conducted. This research aims to determine adsorption properties of activated chicken feathers and the chicken feathers that were not activated by Na_2S for Pb ions. The adsorption process was conducted by batch method with variation of the concentration, pH, and contact time. Pb content in solution is characterized by AAS spectroscopy (*Atomic Absorption Spectroscopy*). The results show that the contact time and pH condition for adsorption equilibrium are 60 min for activated chicken feathers and 90 min for chicken feathers which were not activated by Na_2S at pH 8. Pb absorption by chicken feathers follows Freundlich isotherm and the reaction kinetics follow the Ho equation.

Keywords: adsorption, biomass of chicken feather, heavy metals; pb (II) ions, textile wastewater

PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan yang dominan saat ini adalah limbah cair yang berasal dari industri. Limbah cair yang tidak dikelola akan menimbulkan dampak pada perairan. Berdasarkan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor 10 tahun 2004 tentang baku mutu air limbah, yang dimaksud dengan limbah cair adalah sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan. Sedangkan menurut Sugiharto (1987) air limbah (*waste water*) adalah kotoran dari masyarakat, rumah tangga dan juga yang berasal dari industri, air tanah, air permukaan, serta buangan lainnya. Begitupun dengan Metcalf *and* Eddy (2003) mendefinisikan limbah berdasarkan titik sumbernya sebagai kombinasi cairan hasil buangan rumah tangga (permukiman), instansi perusahaan, pertokoan, dan industri dengan air tanah, air permukaan dan air hujan.

Perkembangan industri tekstil ini akan diikuti dengan bertambahnya logam berat yang terkandung pada limbah yang dihasilkan. Salah satu logam yang berpotensi menjadi pencemar bagi lingkungan adalah ion timbal. Timbal merupakan pencemar yang toksik dan golongan logam berat dimana pada tingkat tertentu dapat mengganggu kesehatan manusia. Dalam industri tekstil, logam timbal digunakan sebagai campuran pewarna, yaitu warna putih dari timbal putih $[Pb(OH)_2 \cdot 2PbCO_3]$ dan warna merah dari timbal merah (Pb_3O_4). Pb ini akan terakumulasi sebagai limbah cair dari industri tekstil tersebut.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi pencemaran limbah cair Pb yaitu melalui proses adsorpsi. Para ahli telah mengetahui bahwa bahan-bahan yang berserat seperti wool, bulu ayam dan rambut dapat mengadsorpsi ion-ion logam dalam larutannya (Banat F *et al.*, 2000). Bulu ayam ini mengandung protein serat atau keratin yaitu : protein kasar (80,00 %), lemak kasar (7,79 %) dan serat kasar (0,88 %) (Elfia *et al.*, 2002). Ketersediaan limbah bulu ayam ini cukup melimpah, diketahui bahwa populasi ayam pedaging di Indonesia pada tahun 2008 adalah 1.076 juta ekor (BPS, 2008). Menurut Packham (1982), hasil pemotongan setiap ekor ternak unggas akan diperoleh bulu sebanyak ± 6 % dari bobot hidup (bobot potong $\pm 1,5$ kg), maka diperkirakan pada tahun tersebut dihasilkan 96.830 ton limbah bulu ayam. Jumlah ayam yang dipotong terus meningkat dari tahun ke tahun sehingga bulu ayam yang dihasilkan juga meningkat. Dalam hal ini perlu dilakukan pengelolaan limbah bulu ayam dengan memanfaatkannya sebagai adsorben Pb dalam pengolahan limbah cair.

Pada artikel ini kami memaparkan hasil penelitian potensi yang dimiliki bulu ayam sebagai adsorben baru yang dapat digunakan untuk mengatasi penurunan kualitas lingkungan akibat adanya ion – ion logam berat Pb dalam limbah. Pemanfaatan limbah bulu ayam sebagai adsorben Pb ini diharapkan mampu mengurangi limbah bulu ayam yang terus meningkat.

METODE PENELITIAN

Pembuatan adsorben bulu ayam

Bulu ayam broiler yang diperoleh dari tempat pemotongan ayam Pasa Nusukan, dicuci dengan air dan deterjen beberapa kali dan dijemur sampai kering hingga hilang baunya. Setelah kering, bulu ayam tersebut dipotong kecil-kecil kemudian digiling sampai halus pada ukuran 180 mesh (Yatim, 2007). Padatan yang diperoleh dicuci dengan aseton selama 15 menit dan disaring dengan corong buchner. Residu yang didapat dikeringkan dengan oven pada suhu 40 °C sehingga adsorben siap digunakan (Ketaren, 1986).

Perlakuan aktivasi bulu ayam dengan larutan alkali

Masing-masing biomassa diambil sebanyak 1 gram dan diaktivasi menggunakan larutan alkali Na₂S (Merck) 0,1 N sebanyak 100 mL, kemudian distirer selama 20 menit kemudian disaring dengan corong buchner. Residu yang didapat dikeringkan dengan oven pada suhu 50 °C. Kemudian bulu ayam teraktivasi dan tidak teraktivasi dilakukan karakterisasi menggunakan FTIR dan SAA.

Penentuan adsorpsi ion Pb dengan bulu ayam teraktivasi dan tidak teraktivasi

Larutan Pb²⁺ disiapkan dengan cara melarutkan Pb(NO₃)₂(Merck) dengan variasi konsentrasi yaitu 20 sampai 80 ppm untuk adsorpsi bulu ayam teraktivasi dan tidak teraktivasi Na₂S. Kemudian dimasukkan 0,5 gram biomassa bulu ayam dan distirer selama 60 menit. Kemudian larutan tersebut disaring, filtrat yang diperoleh diukur kadar ion Pb yang tidak teradsorb menggunakan AAS.

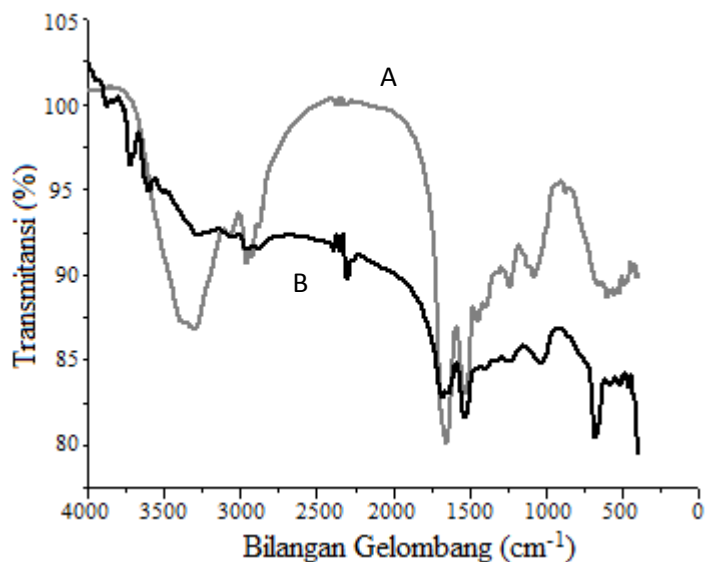
Analisa adsorpsi ion Pb²⁺

Hasil pembacaan absorbansi dari AAS dikonversi ke dalam konsentrasi ion timbal dengan menggunakan kurva kalibrasi. Persentase adsorpsi dan kapasitas adsorben dapat dihitung berdasarkan data konsentrasi.

PEMBAHASAN

Analisis spektra infra merah

Karakteristik dari bulu ayam dapat diketahui dari jenis vibrasi gugus-gugus fungsionalnya pada serapan infra merah (IR) seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektra FTIR (a) Bulu ayam tidak teraktivasi Na_2S dan (b) Bulu ayam teraktivasi Na_2S

Tabel 1 Karakteristik serapan ikatan peptida (-CONH-) ditunjukkan oleh amida I-III

λ (cm^{-1})	Gugus serap
1700-1600	Amida I = vibrasi stretching C = O
1560-1335	Amida II = vibrasi bending N-H dan stretching C-H
1240	Amida = vibrasi stretching C-N dan bending sebidang N-H

Perubahan pada biomassa bulu ayam sebelum dan setelah aktivasi juga nampak pada analisis gugus fungsi menggunakan FTIR. Pada Gambar 1 dan Tabel 1 spektra IR menunjukkan karakteristik daerah serapan untuk ikatan peptida (-CONH-), dimana vibrasi pada ikatan tersebut dikenal sebagai daerah serapan amida I-III (Wojciechowska *et al.*, 1999). Daerah serapan amida I menunjukkan adanya vibrasi *stretching* gugus C=O yang muncul pada bilangan gelombang 1700-1600 cm^{-1} (Sun *et al.*, 2009). Selain itu terdapat keterkaitan antara intensitas puncak pada 1167 dan 1073 cm^{-1} terhadap vibrasi *stretching* S-O simetris dan asimetris dari residu larutan aktivator yang digunakan dalam

hal ini *1-butyl-3-methylimidazolium chloride* ([BMIM]Cl), dimana pada bulu ayam teraktivasi menunjukkan puncak serapan yang lebih tinggi dibandingkan bulu ayam sebelum aktivasi.

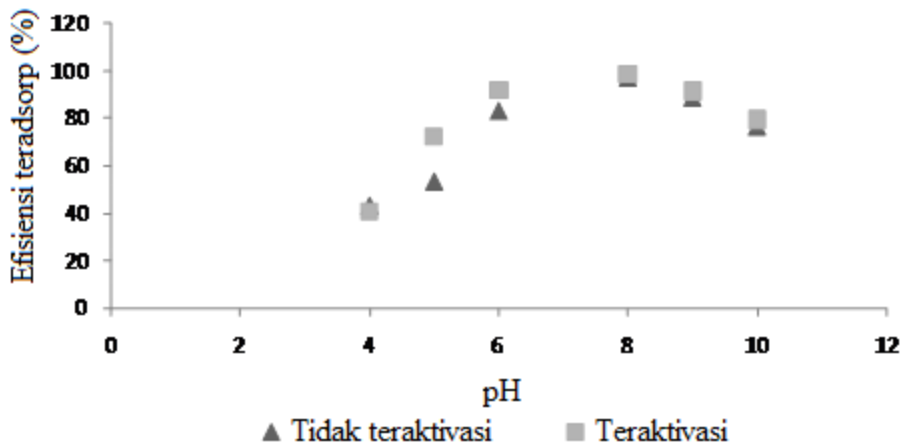
Luas permukaan biomassa bulu ayam teraktivasi dan tidak teraktivasi diukur dengan menggunakan instrument SAA (*Surface Area Analyzer*). Pada Tabel 2 hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa luas permukaan dari bulu ayam teraktivasi dan tidak teraktivasi tidak terlalu berbeda yaitu untuk bulu ayam teraktivasi dan tidak teraktivasi yaitu 276,827 m²/g dan 275,695 m²/g. Kapasitas adsorpsi untuk bulu ayam tidak teraktivasi dan teraktivasi adalah 97,52 % dan 98,68 %. Sehingga luas permukaan yang besar menunjukkan bahwa biomassa bulu ayam teraktivasi Na₂S 0,1 N memiliki kemampuan daya serap yang lebih besar dibandingkan yang belum teraktivasi.

Tabel 2. Luas permukaan adsorben bulu ayam

Adsorben	S (m ² / g)
Bulu ayam teraktivasi Na ₂ S	276,827
Bulu ayam tidak teraktivasi Na ₂ S	275,695

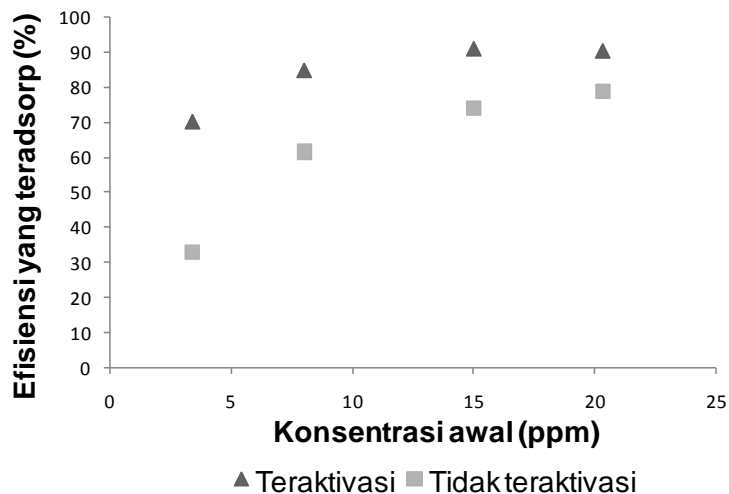
pH merupakan salah satu parameter yang penting dalam biosorpsi ion logam dalam larutan (Fourest, 1992 dalam Volesky, 1990). Optimasi pH larutan perlu dilakukan karena pH dapat mempengaruhi gugus-gugus fungsional dari dinding biomassa yang berperan aktif dalam proses penyerapan logam berat. Selain itu, berpengaruh juga pada kelarutan dari ion logam dalam larutan. Larutan yang digunakan pada konsentrasi 40 ppm dengan berat bulu ayam yang teraktivasi maupun yang tidak teraktivasi adalah 0,3 gram dan waktu kontak selama 60 menit. pH optimum pada ion Pb(II) dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa pH larutan berpengaruh terhadap banyaknya penyerapan Pb oleh biomassa bulu ayam dalam larutan. Penyerapan optimum pada bulu ayam teraktivasi adalah pH 8 dengan persen Pb yang terserap adalah 97, 52 % dan pada bulu ayam yang tidak teraktivasi juga pada pH 8 dengan persen Pb yang terserap adalah 98,68 %. Pada pH 4, didapatkan prosentase serapan Pb yang terkecil pada bulu ayam teraktivasi dan bulu ayam yang tidak teraktivasi, masing-masing sebesar 43,48 % dan 41,46 %.



Gambar 2. Hubungan antara pH Pb dengan persen efisiensi Pb yang terserap bulu ayam tidak teraktivasi dan teraktivasi Na₂S

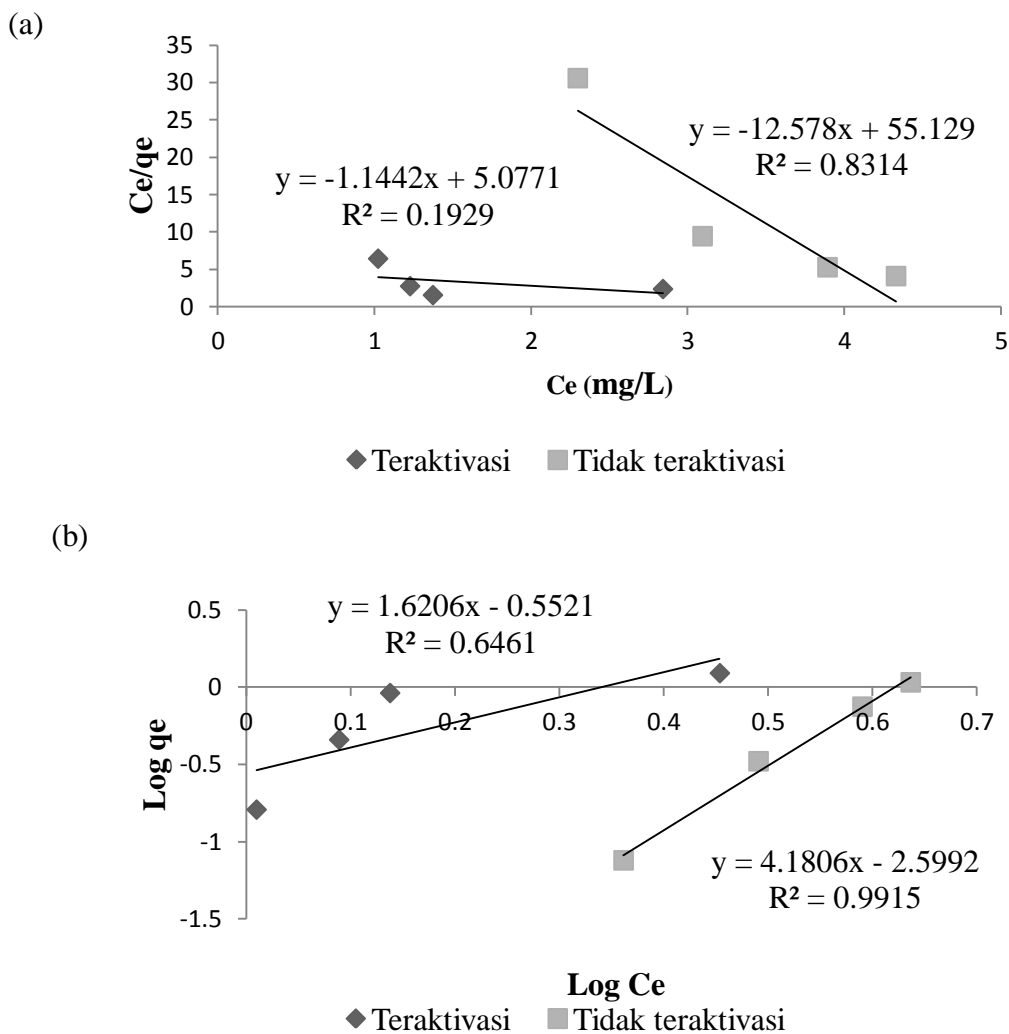
Pada pH di atas 4, Pb membentuk spesi Pb²⁺ dan Pb(OH)⁺, yang selanjutnya dengan semakin meningkatnya nilai pH akan meningkatkan ionisasi rantai samping sistein yang berupa thiol (-SH) sehingga semakin meningkatkan tarikannya dengan ion Pb yang bermuatan positif. Sedangkan pada pH di atas 8, terjadi penurunan terhadap penyerapan logam oleh biomassa bulu ayam karena pada pH di atas 8 mulai terjadi pengendapan dari ion Pb membentuk Pb(OH)₂ sehingga menghalangi terjadinya penyerapan logam oleh bulu ayam. Hal ini dikarenakan penambahan NaOH untuk menaikkan pH menjadi 9 menyebabkan terjadinya reaksi antara -OH dengan Pb sehingga Pb sudah bereaksi terlebih dahulu dengan gugus -OH membentuk endapan Pb(OH)₂ (Yatim, *et al.*, 2007).



Gambar 3. Hubungan antara konsentrasi Pb dengan persen efisiensi ion Pb

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi Pb semakin besar pula Pb yang terserap oleh bulu ayam. Dari proses adsorpsi dengan bulu ayam didapat hasil, yaitu konsentrasi optimum untuk bulu ayam teraktivasi adalah 15,0432 ppm dan bulu ayam yang tidak teraktivasi belum ditemukan konsentrasi optimum karena grafik yang didapatkan pun meningkat terus sampai konsentrasi 20,3654 ppm. Hal ini terjadi karena permukaan adsorben masih belum terlalu banyak berikatan dengan Pb sehingga proses penyerapan berlangsung kurang efektif. Pada bulu ayam yang teraktivasi Na_2S , konsentrasi di atas 15,0432 ppm cenderung konstan karena kapasitas adsorpsi permukaan biomassa bulu ayam telah jenuh dan telah mencapai kesetimbangan antara konsentrasi Pb dalam biomassa dengan lingkungannya.

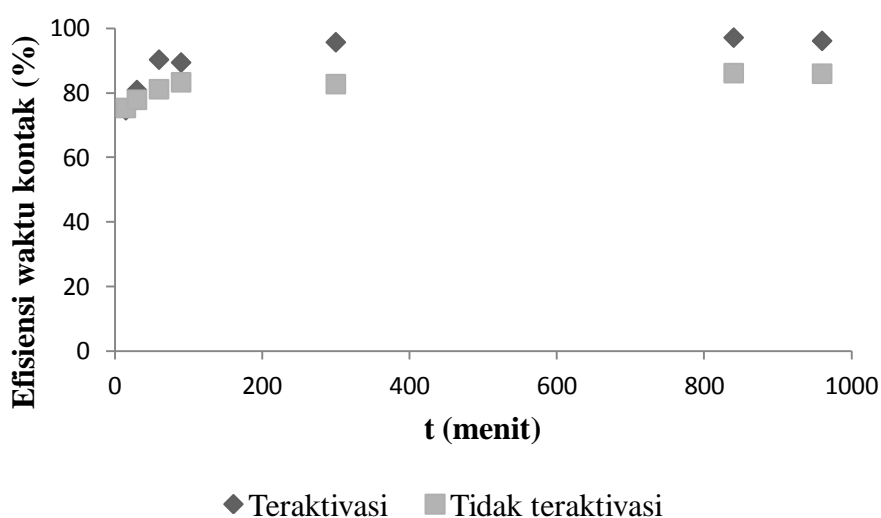
Hasil kajian isoterm adsorpsi ion Pb menggunakan adsorben bulu ayam ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Kurva isoterm adsorpsi (a) Langmuir dan (b) Freundlich

Adsorpsi ion Pb dengan menggunakan adsorben bulu ayam cenderung mengikuti isoterm Freundlich. Isoterm Freundlich ini mengindikasikan bahwa proses adsorpsi ion Pb oleh adsorben bulu ayam cenderung mengikuti isoterm Freundlich. Hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi fisika, sehingga proses adsorpsi lebih dipengaruhi oleh pori-pori adsorben dibandingkan pertukaran gugus aktif antara adsorben dan adsorbat.

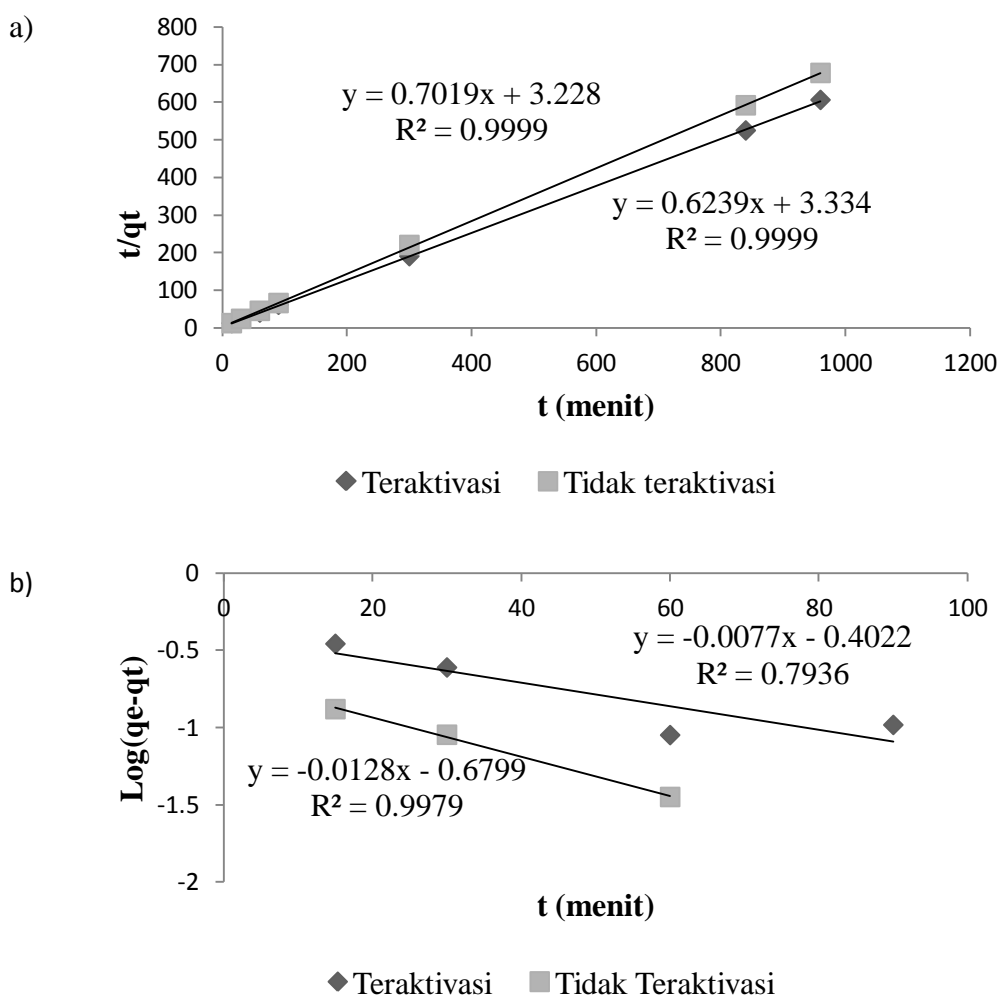
Penentuan waktu kontak optimum dilakukan setelah diketahui pH optimum adsorpsi. Waktu kontak berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Penentuan waktu kontak ini bertujuan untuk memperoleh waktu yang paling baik dalam proses adsorpsi ion logam Pb oleh bulu ayam. Waktu kontak adsorpsi ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan waktu kontak (menit) dengan persen logam terserap Pb

Berdasarkan Gambar 6 diketahui bahwa penyerapan optimum oleh bulu ayam teraktivasi pada menit ke-60 sedangkan pada bulu ayam tidak teraktivasi pada menit ke-90. Hal ini terjadi karena permukaan adsorben banyak yang berikatan dengan Pb sehingga proses penyerapan berlangsung efektif. Pada menit selanjutnya cenderung konstan karena kapasitas adsorpsi permukaan adsorben telah jenuh dan telah tercapai kesetimbangan antara konsentrasi Pb dalam adsorben dengan lingkungannya. Kondisi optimum merupakan keadaan kesetimbangan adsorpsi antara adsorben bulu ayam dengan lingkungannya. Maka pada waktu kontak adsorpsi yang optimum kapasitas logam terserapnya bernilai maksimal. Namun setelah melewati titik kesetimbangan itu, logam Pb yang teradsorpsi bulu ayam mengalami proses desorpsi sehingga logam terserapnya kembali berkurang.

Kinetika adsorpsi tergantung pada interaksi adsorbat-adsorben dan kondisi sistem. Model kinetika yang digunakan dalam proses adsorpsi adalah model orde kesatu dari Lagergren dan orde kedua dari Ho. Untuk membedakannya dengan model kinetika yang didasarkan konsentrasi adsorbat pada fasa cair, maka model orde satu Lagergren disebut pseudo orde satu Lagergren dan model orde dua Ho disebut pseudo orde dua Ho. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan Lagergren dan persamaan Ho dapat dicari harga koefisien regresi linearnya (R^2), seperti ditampilkan dalam Gambar 7 dan Tabel 3.



Gambar 7. Kurva (a). Lagergren dan (b). Ho

Harga koefisien linear pada adsorben bulu ayam yang tidak teraktivasi Na₂S sebesar 0,997 dari persamaan Lagergren dan 0,999 dari persamaan Ho. Harga koefisien linear pada adsorben bulu ayam yang teraktivasi Na₂S dengan menggunakan persamaan Lagergren sebesar 0,793 sedangkan dengan persamaan Ho sebesar 0,999. Model kinetika

pada kedua adsorben tersebut dapat ditentukan dari harga koefisien kelinernya (R^2) yang mendekati satu. Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa kedua adsorben tersebut mengikuti model kinetika Ho sehingga kedua adsorben tersebut cenderung mengikuti orde dua.

Tabel 3. Kinetika adsorpsi bulu ayam teraktivasi dan bulu ayam tidak teraktivasi Na_2S

Kinetika Adsorpsi	Adsorben	
	Bulu Ayam Tidak Teraktivasi	Bulu Ayam Teraktivasi
Lagergren:		
– K	0,028	0,016
– R^2	0,997	0,793
Ho:		
– K	1,614	1,435
– R^2	0,999	0,999

KESIMPULAN

Pada penelitian ini kemampuan bulu ayam sebagai adsorben untuk menyerap logam berat timbal (Pb) telah diteliti sebagai fungsi waktu kontak dan pH optimum. Kapasitas adsorpsi dari bulu ayam tergantung dari pH dan waktu kontak optimum. Waktu kontak yang diperlukan untuk waktu kesetimbangan adsorpsi oleh adsorben bulu ayam teraktivasi dan tidak teraktivasi masing-masing yaitu selama 60 menit dan 90 menit dan pada pH 8. Penyerapan Pb oleh bulu ayam ini mengikuti isotherm Freundlich yang berarti penyerapan secara fisika dan kinetika reaksi yang terjadi mengikuti persamaan Ho.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DIKTI (Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi) atas bantuan dana melalui hibah PKM (Program Kreativitas Mahasiswa) serta fasilitas laboratorium dan instrument analisis dalam proses penyelesaian riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Banat, F., and Al-Asheh S., 2000, Biosorption of Phenol by Chicken Feather, *Journal of Environmental Engineering and policy*, vol. 2, pp. 85-90.
- Elfia, N., Suciati W., and Nugroho M., 2002, *Pengaruh Penggunaan Tepung Bulu dan Papain dalam Pakan Ayam Broiler*, Laporan Penelitian, Jurusan Ilmu Ternak Universitas Brawijaya, Malang.

- Ketaren, S., 1986, *Lemak dan Minyak Pangan*, UI-Press, Jakarta.
- Khopkar, S. M., 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Lailun, N., Yatim and Ita, U., 2007, Penurunan Kadar Tembaga Dalam Larutan Dengan Menggunakan Biomassa Bulu Ayam, *Akta Kimindo*, vol.2, pp. 57-66.
- Lehninger A. L., 1990, *Dasar-dasar Biokimia*, Jilid I, Erlangga, Jakarta.
- MetCalf and Eddy, 2003, *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal and Reuse*, 4th ed., McGraw Hill Book Co., New York.
- Nazzarudin, 1995, *Studi Pendahuluan Penurunan Kadar Ion Cu(II) dalam Air dengan menggunakan Adsorben Rambut Manusia*, Laporan Tugas Akhir, Jurusan Kimia FMIPA ITS, Surabaya.
- Packham, J.R., Harding D.J.L., 1982, *Ecology of Woodland Processes*, Edward Arnold, London.
- Setyorini, T., 2006, *Optimasi Serapan Logam Kromium dalam Larutan Menggunakan Biomassa Kering Bulu Ayam Broiler Diaktivasi dengan Larutan NaOH/Na₂S*, Skripsi. Jurusan Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Suganda, H., Diah S., Harry K., Ipin S., and Undang K., 2006, Evaluasi Pencemaran Limbah Industri Tekstil Untuk Kelestarian Lahan Sawah, *Prosiding Seminar Nasional multifungsi dan konversi lahan pertanian*, Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Sugiharto., 1987, *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*, Cetakan Pertama, Jakarta: UI Press.
- Sun, P., Liu, Z.T., and Liu Z.W., 2009, Particles form Bird Feather: A Novel Application of an Ionic Liquid and Waste Resource, *Journal of Harzadous Materials*, vol. 170, pp. 780-790.
- Palar, H., 1995, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, PT Rineka Cipta, Jakarta.
- Tan,I.,A.W., Ahmad,A.L., and Hamed,B.I., 2007, Optimization of Preparation Condition for activatied Carbon from Coconut Husk, *Journal of Chemical Engineering*, USM Malasyia, P, vol. 1, pp.32.
- Volesky, B., 1990, *Biosorption of Heavy Metals*, CRC Press, Boston.
- Wingrove. A. S., and Caret, R. L., 1981, *Organic Chemistry*, Harper and Row Publisher, New York.