

POTENSI PEMANFAATAN TULANG AYAM SEBAGAI ADSORBEN KATION TIMBAL DALAM LARUTAN

Maftuhin¹, T.A. Hanifah², S. Anita²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Kimia

²Bidang Kimia Analitik Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau
Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia

maftuhin.kandis@gmail.com

ABSTRACT

Broiler chicken bone consist of extracellular matrixes. The extracellular matrixes consist of organic and inorganic matrixes. The organic matrixes consist of substances containing complex protein molecules that surrounded by collagen fibers. Organic matrixes have used as a carbon source for chicken bones activated charcoal. Chicken bones activated charcoal was made from carbonization and activation processes, using activator substance Na_2CO_3 with variation of concentration 2.5%, 5%, and 7.5%. In this research, chicken bones activated charcoal was used to adsorb lead cation in solution $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. The lead cation has been analyzed by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), while the chicken bones activated charcoal was analyzed by Scanning Electron Microscopy (SEM), Energy Dispersive X - ray Spektroskopi (EDS), and Infra Red (IR). Adsorption (Q) of chicken bones activated charcoal on lead cation in a solution of $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ with variation of concentration 10 mg/L, 50 mg/L, and 100 mg/L subsequently are 5.0578 mg/g, 24.7297 mg/g, and 49.9974 mg/g. Efficiency of chicken bones activated charcoal (E) are 99.5292% and 99.9947%.

Keywords : bones activated charcoal, efficiency, lead nitrate, sodium carbonate.

ABSTRAK

Tulang ayam broiler terdiri dari matriks ekstraseluler. Matriks ekstraseluler terdiri dari matriks organik dan anorganik. Matriks organik terdiri dari zat-zat yang mengandung kompleks molekul protein yang dikelilingi serat-serat kolagen. Matriks organik merupakan sumber karbon untuk dijadikan sebagai arang aktif tulang ayam. Arang aktif tulang ayam dibuat dari proses karbonisasi dan aktivasi, menggunakan zat aktivator Na_2CO_3 dengan variasi konsentrasi 2,5%; 5% dan 7,5%. Pada penelitian ini, arang aktif tulang ayam dimanfaatkan untuk mengadsorpsi kation timbal dalam larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Kation timbal dianalisis menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), sedangkan arang aktif tulang ayam dianalisis menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Energy Dispersive X-ray Spektroskopi* (EDS), dan *Infra Red* (IR). Daya adsorpsi (Q) arang aktif tulang ayam terhadap kation timbal dalam larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan variasi konsentrasi 10 mg/L, 50 mg/L, dan 100 mg/L secara berturut-turut yaitu 5,0578 mg/g, 24,7297 mg/g, dan 49,9974 mg/g. Efisiensi arang aktif tulang ayam (E) yaitu 99,5292 % dan 99,9947 %.

Kata kunci : arang aktif tulang , efisiensi, timbal nitrat, natrium karbonat

PENDAHULUAN

Ayam Broiler merupakan ayam hasil budidaya teknologi peternakan yang memiliki karakteristik ekonomi dengan ciri khas pertumbuhan yang cepat, sebagai penghasil daging dengan konversi pakan rendah dan siap dipotong pada usia yang relatif muda. Pada umumnya ayam broiler siap panen pada usia 28-45 hari dengan berat badan 1,2-1,9 Kg/ekor. Menurut Biro Pusat Statistik (2000), populasi ayam broiler di Indonesia sebanyak 716.131.200 ekor. Kemudian menurut Badan Pusat Statistik (2011) mencatat populasi ayam broiler di Indonesia meningkat dari 902.052 ekor pada tahun 2008, menjadi 1.249.952 ekor pada tahun 2010.

Peningkatan konsumsi masyarakat akan daging ayam broiler seiring dengan banyaknya restoran atau rumah makan yang menyediakan makanan siap saji dengan bahan utamanya adalah ayam broiler. Jumlah konsumsi daging ayam broiler yang cukup besar tersebut merupakan potensi untuk mendapatkan bahan baku tulang ayam broiler yang akan dijadikan sebagai adsorben tulang. Saat ini, tulang ayam diasumsikan sebagai sampah atau sisa makanan yang pemanfaatannya masih minim. Oleh sebab itu, pada penelitian ini tulang ayam dimanfaatkan sebagai adsorben tulang (Darmayanto, 2009).

Tulang ayam terdiri dari jaringan ikat yang mengandung sel-sel, elemen fibrosa dan matriks ekstraseluler. Matriks ekstraseluler pada tulang terdiri dari matriks organik dan anorganik. Matriks organik tulang terdiri atas zat-zat yang mengandung kompleks molekul protein yang dikelilingi serat-serat kolagen (Forrest, 1975). Arang aktif banyak digunakan sebagai adsorben pada pemurnian gas, pemurnian pulp, penjernihan minyak, katalis, pembersihan larutan gula tebu, gula bit, gula jagung, menghilangkan rasa dan bau air minum, pemurnian minyak nabati, dan minuman alkohol (Wijayanti, 2009).

Arang aktif tulang ayam broiler dimanfaatkan untuk mengadsorpsi kation timbal. Timbal adalah unsur yang bersifat racun kumulatif. Penyerapan unsur yang melebihi nilai ambang batas oleh tubuh manusia akan mengikat secara kuat sejumlah molekul asam amino, haemoglobin, enzim, RNA, dan DNA. Hal ini akan mengarah kepada kerusakan saluran metabolik, hipertensi darah, hiperaktif, dan kerusakan otak yaitu epilepsi, halusinasi, kerusakan pada otak besar, merusak sistem saraf bahkan menyebabkan kematian (Herman, 2006). Ambang batas keberadaan logam timbal pada lingkungan perairan yaitu 0,03 mg/L (Putri, 2001).

METODE PENELITIAN

a. Pengambilan sampel

Sampel digunakan adalah limbah tulang ayam broiler yang telah melalui proses pemasakkan, diambil secara acak (*random sampling*) dari tujuh tempat rumah makan di sekitar Kota Pekanbaru. Waktu pengambilan sampel tulang ayam siang dan malam.

b. Pengolahan sampel

Sampel tulang ayam broiler dicuci bersih dan dipisahkan dari dagingnya. Sampel dikering udarakan pada suhu ruang, setelah kering kemudian sampel dipotong kecil-kecil dan dilakukan proses karbonisasi di dalam drum klin.

c. Analisis sampel

Aktivasi kimia arang tulang ayam

Tahap awal proses aktivasi kimia, yaitu dengan menimbang 10 g serbuk arang. Direndam dengan 100 ml Na_2CO_3 2,5%; 5% dan 7,5% di dalam beaker gelas 250 ml, didiamkan selama 24 jam. Dilanjutkan dengan proses penyaringan. Tahap kedua, yaitu arang tulang dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 20 menit, kemudian dalam furnace pada suhu 200°C selama 40 menit. Kemudian arang di masukkan ke dalam desikator selama 30 menit hingga arang stabil.

Adsorpsi sampel $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ menggunakan arang aktif tulang ayam

Ditimbang 1,00 g arang aktif tulang ayam, dimasukkan ke dalam 3 beaker gelas 100 ml. Ditambahkan 50 ml larutan kerja $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ masing-masing dengan konsentrasi 10 mg/L, 50 mg/L, dan 100 mg/L ke dalam 3 beaker gelas 250 ml, didiamkan selama 24 jam. Ketiga larutan disaring menggunakan kertas saring *whatmen* 42 hingga didapatkan filtratnya. Kemudian ketiga filtrat dianalisis menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom logam timbal.

Pengukuran larutan standar timbal

Proses analisis larutan standar logam, dimulai dengan membuat larutan blanko. Kemudian dimasukkan ke dalam SSA-Nyala, diatur absorbansinya hingga nol. Dilanjutkan dengan memasukkan ketiga filtrat logam timbal. Analisis sampel diukur pada panjang gelombang 283,3 nm. Kemudian dibuat kurva kalibrasi antara absorbansi dengan konsentrasi sampel.

d. Analisis Data

Analisis data hasil pengukuran daya jerap kation timbal menggunakan adsorben tulang ayam disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan kurva kalibrasi. Struktur arang aktif tulang ayam dianalisis menggunakan alat SEM, IR dan EDS dalam bentuk gambar 3 dimensi. Pengolahan data hasil analisis menggunakan sistem SPSS metoda uji t berpasangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis sampel

Pada penelitian ini, analisis sampel dilakukan terhadap larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ menggunakan metode yaitu spektrofotometer serapan atom (SSA). Logam yang dianalisis adalah logam timbal.

b. Pengolahan sampel

Proses karbonisasi adalah pemecahan senyawa organik kompleks menjadi karbon sederhana. Pada proses karbonisasi, unsur-unsur selain karbon seperti hidrogen dan oksigen dibebaskan dalam bentuk gas. Suhu sangat penting pada proses karbonisasi, karena pada suhu tertentu akan menghasilkan senyawa yang berbeda seperti pada karbonisasi pada suhu 170°C akan menghasilkan gas (CO_2 , CO , CH_4 , dan H_2), suhu

275⁰C menghasilkan senyawa ter dan metanol, dan pada suhu 400-600⁰C akan menghasilkan senyawa karbon (arang). Dari penelitian ini, hasil persen rendemen arang tulang ayam yaitu 6,9586%. Hal ini disebabkan oleh suhu karbonisasi di dalam drum klim tidak terkontrol, akibatnya proses karbonisasi tidak sempurna sehingga menghasilkan oksida dan gas CO₂. Pada umumnya, arang hasil karbonisasi memiliki daya adsorpsi rendah, sehingga untuk mendapatkan arang aktif yang mempunyai daya adsorpsi tinggi, maka dilakukan proses aktivasi.

Proses aktivasi menggunakan zat aktivator yaitu Na₂CO₃ dengan variasi konsentrasi 2,5%; 5% dan 7,5%. Melalui proses aktivasi, diharapkan arang aktif akan mempunyai daya adsorpsi yang tinggi, namun faktanya penggunaan zat aktivator Na₂CO₃ tidak mampu untuk meningkatkan daya adsorpsi dari arang aktif tulang ayam. Hal ini disebabkan oleh proses desorpsi, yaitu pelepasan kembali kation yang telah menempel di lapisan permukaan arang aktif tulang ayam.

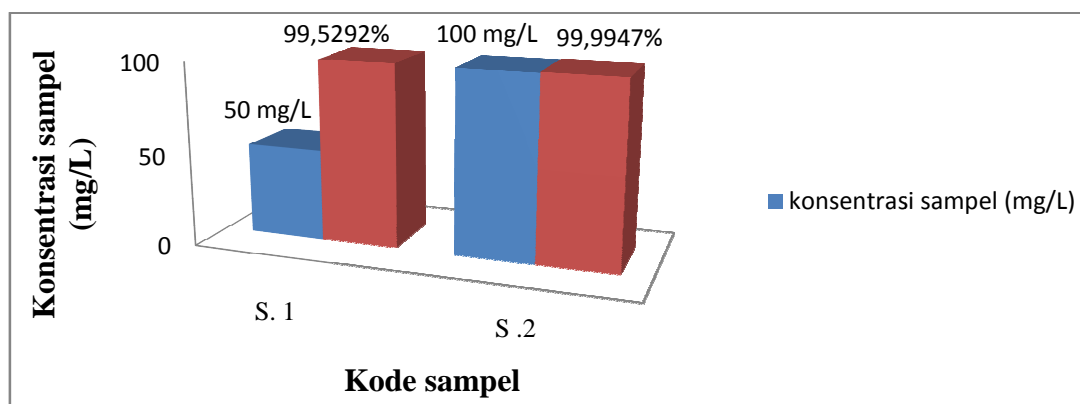
Hasil analisis arang aktif tulang ayam terhadap kation timbal menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom, diketahui bahwa arang aktif tulang ayam berpotensi dijadikan sebagai adsorben kation timbal dalam larutan berair, didapatkan bahwa arang aktif tulang ayam mempunyai daya adsorpsi sekitar 99% sampai konsentrasi 100 mg/L. Daya adsorpsi arang aktif tulang ayam dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran kation timbal menggunakan alat SSA

Konsentrasi Na ₂ CO ₃	Kemampuan daya serap arang aktif (mg/g), (Pb(NO ₃) ₂)		
	10 mg/L	50 mg/L	100 mg/L
(Blanko)	5,0119 mg/g	25,0229 mg/g	50,0089 mg/g
50 ml Na ₂ CO ₃ 2,5%	5,0605 mg/g	24,4779 mg/g	49,9974 mg/g
50 ml Na ₂ CO ₃ 5%	5,0690 mg/g	24,8859 mg/g	49,9974 mg/g
50 ml Na ₂ CO ₃ 7,5%	5,0440 mg/g	24,8832 mg/g	49,9974 mg/g
Rata-rata	5,0578 mg/g	24,8823 mg/g	49,9974 mg/g
Efisiensi	-	99,5292 %	99,9947 %

Catatan : tanda minus (-) pada efisiensi Pb(NO₃)₂ artinya nilai tidak bisa dihitung

Efisiensi arang aktif tulang ayam dapat diukur menggunakan alat SSA-nya. Efisiensi arang aktif tulang ayam terhadap kation timbal dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Efisiensi arang aktif tulang ayam terhadap kation timbal

Analisis dilakukan terhadap arang aktif yang diaktivasi menggunakan larutan Na_2CO_3 dengan variasi konsentrasi 2,5%, 5%, dan 7,5%, memperlihatkan bahwa kemampuan adsorpsi yang hampir sama. Hal ini menunjukkan, Na_2CO_3 yang ditambahkan tidak berfungsi dengan baik sebagai aktivator yang diinginkan. Hal ini terjadi, karena proses pemanasan lebih lanjut setelah penambahan aktivator belum sempurna dalam memecahkan Na_2CO_3 menjadi senyawa oksida dan CO_2 . Sehingga penyerapannya semakin kecil, disebabkan karena Na_2CO_3 yang ada menutupi permukaan arang aktif tulang ayam. Tertutupnya permukaan ini, juga dapat dibuktikan dengan perlakuan blanko, dimana tanpa menggunakan aktivator diperoleh penyerapan yang sangat baik yaitu 99%. Berdasarkan variasi konsentrasi larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ mulai dari konsentrasi 10 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L bahwa tidak terjadi perubahan penyerapan secara signifikan.

Pengolahan data hasil analisis daya serap arang aktif tulang ayam terhadap kation timbal menggunakan SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) dengan metode uji t berpasangan. Metode ini berfungsi untuk menunjukkan efektifitas secara signifikan arang aktif tulang ayam pada proses adsorpsi terhadap kation timbal. Untuk mengetahui efektifitas arang aktif tulang ayam tersebut, maka digunakan 3 sampel larutan timbal nitrat yang diadsorpsi menggunakan arang aktif tulang ayam. Jumlah konsentrasi kation timbal sebelum adsorpsi menggunakan arang aktif tulang ayam dan sesudah adsorpsi menggunakan arang aktif tulang ayam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data konsentrasi sampel $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ sebelum dan sesudah adsorpsi menggunakan arang aktif tulang ayam: ($P = 0,05$)

No	Konsentrasi sampel $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ sebelum adsorpsi	Konsentrasi sampel $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ sesudah adsorpsi
1	10 mg/L	0,0000 mg/L
2	50 mg/L	0,2354 mg/L
3	100 mg/L	0,0053 mg/L

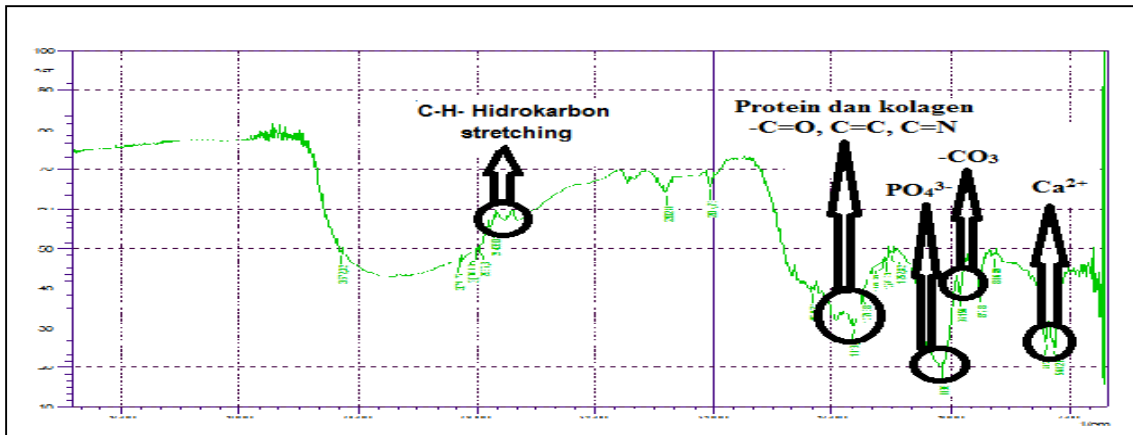
Data pada lampiran 5 didapatkan $df = 2$, $t_{\text{kritik}} = 4,303$, Rata-rata sampel = 53,3330, Standar deviasi = 45,0925, $t_{\text{hitung}} = 2,047$. Penentuan hipotesis didasarkan rumus di bawah ini :

$$t_{\text{hitung}} > t_{\text{kritik}} = H_0 \text{ ditolak}$$

$$t_{\text{hitung}} < t_{\text{kritik}} = H_1 \text{ diterima}$$

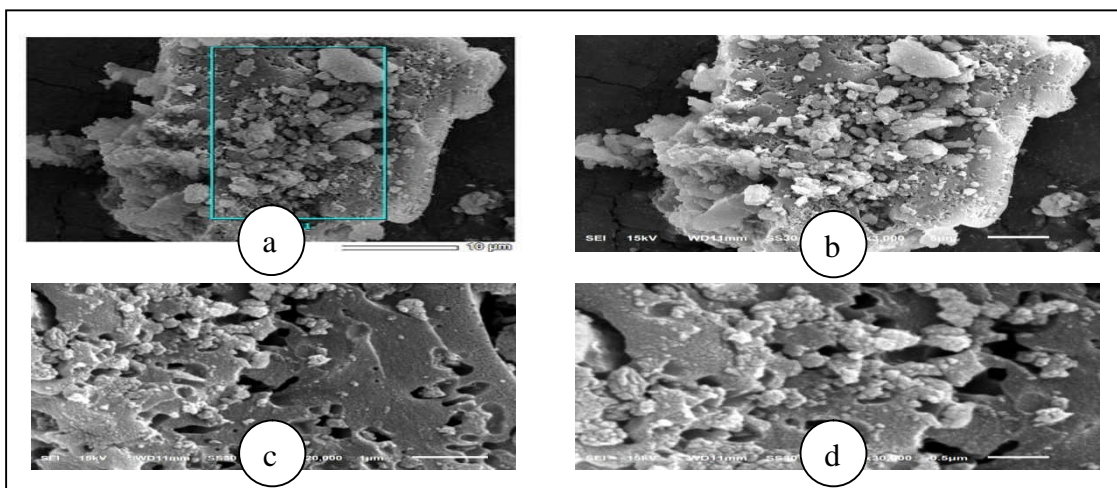
Data diatas menunjukkan bahwa t_{hitung} lebih kecil dari pada t_{kritik} sehingga H_0 diterima. Kesimpulannya yaitu adsorben arang tulang ayam efektif menyerap kation timbal secara signifikan dengan tingkat kepercayaan yaitu 95 %.

Selain SSA, arang aktif tulang ayam juga dianalisis menggunakan Spektrofotometer Inframerah, tujuannya yaitu untuk menganalisis senyawa dan gugus fungsi senyawa di dalam arang aktif tulang ayam dalam bentuk spektrum. Spektrum IR arang aktif tulang ayam dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Spektrum IR arang aktif tulang ayam

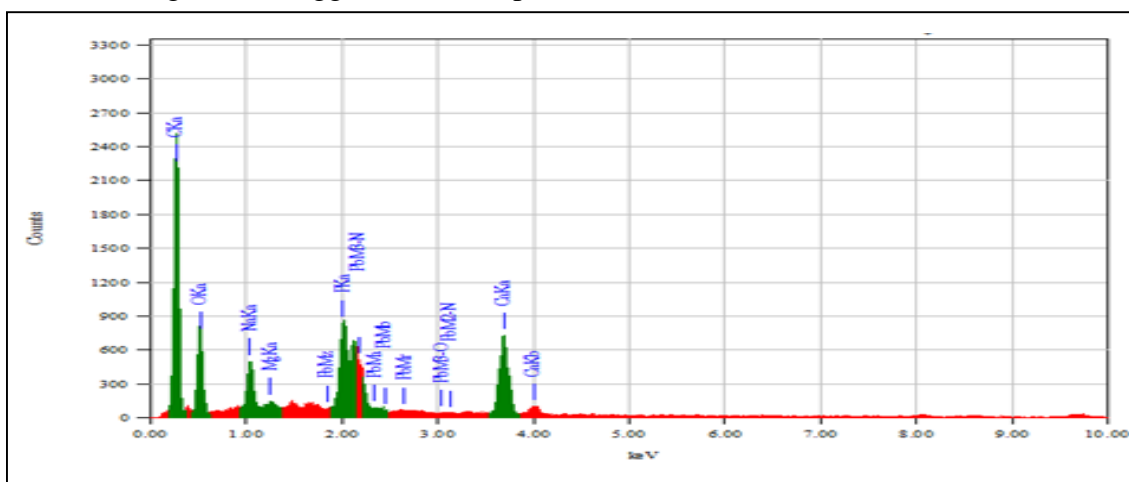
Dari gambar diatas, diketahui bahwa kemampuan adsorpsi juga dipengaruhi oleh adanya gugus aktif dari arang aktif. Pada proses aktivasi ini, zat aktivator tidak mempengaruhi kadar gugus aktif pada arang aktif, karena reaksi *ion exchange* antara garam-garam karbonat yang menempel pada arang aktif tidak digantikan oleh gugus -OH saat pencucian menggunakan akuades (Viswanatha et al, 2009). Dari hasil analisis arang aktif menggunakan alat Spektrofotometer Inframerah, didapat spektra arang aktif tulang ayam yang mengindikasikan adanya gugus Ca^{2+} , $-\text{PO}_4^{3-}$ pada bilangan gelombang $500\text{-}610\text{ cm}^{-1}$ dan $1000\text{-}1100\text{ cm}^{-1}$. Gugus-gugus tersebut merupakan penyusun senyawa kristal heksagonal kalsium fosfat hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) yang mempunyai permukaan berpori. Pada bilangan gelombang pada $961,56\text{ cm}^{-1}$ yang mengindikasikan adanya gugus $-\text{CO}_3$. Pada bilangan gelombang $1400\text{-}1700\text{ cm}^{-1}$ adanya gugus protein dan collagen $-\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{C}$, $\text{C}=\text{N}$, pada spektra arang tulang ayam muncul gugus $-\text{C}-\text{H}-$ hidrokarbon stretching pada bilangan gelombang $2943\text{-}2987\text{ cm}^{-1}$ (Gambar 2, adanya gugus-gugus yang masih menempel pada permukaan arang aktif mengakibatkan rendahnya daya adsorpsi arang aktif terhadap kation timbal. Hal ini juga dibuktikan dari hasil analisis arang aktif menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Hal ini dapat dijelaskan pada Gambar 3.



Gambar 3. Arang aktif tulang ayam dianalisis menggunakan SEM dengan perbesaran 2500 kali (a), 3000 kali (b), 20.000 kali (c), dan 30.000 kali (d)

Jika dilihat dari hasil analisis yang dilakukan oleh Mohammed (2012) yaitu analisis arang aktif tulang ayam menggunakan SEM, ukuran pori-pori arang aktif tulang ayam yaitu 212 Å dan volume 0,46 mL/g. Hasil yang didapat dalam penelitian ini mendekati hasil penelitian yang dilakukan oleh Mohammed (2012). Jadi ukuran pori arang aktif tulang ayam masuk ke dalam kategori ukuran makropori. Hasil yang diperlihatkan bahwa arang aktif tulang ayam broiler mempunyai struktur permukaan berpori cukup luas.

Selain senyawa organik yang menempel di permukaan pori arang aktif, daya adsorpsi tulang ayam juga dipengaruhi oleh kandungan unsur dan senyawa yang terdapat pada arang aktif tulang ayam. Kandungan unsur tersebut dapat dilihat dari hasil analisis arang aktif menggunakan EDS pada Gambar 4.



Gambar 4. Arang aktif tulang ayam dianalisis menggunakan EDS

Dari gambar diatas, diketahui unsur yang terkandung yaitu karbon, oksigen, magnesium, fosfor, kalsium, dan timbal. Menurut Yildirm (2004) kandungan kalsium dan fosfor dalam tulang ayam adalah 39,68% dan 18,45%. Sedangkan jumlah kalsium dan fosfor arang aktif tulang ayam setelah dilakukan proses pemanasan dan aktivasi yaitu 14,66% dan 12,57%. Hasil ini menunjukkan bahwa proses pembakaran dapat menurunkan kadar kalsium, fosfor dan karbon. Selain kalsium dan fosfor diperoleh juga unsur timbal di dalam arang aktif tulang ayam. Kadar unsur timbal yang diperoleh yaitu 3,38%. Bobot ini melebihi batas standar yang ditetapkan pemerintah dalam Standar Nasional Indonesia 7387 tahun 2009 tentang batas maksimum cemaran kation berat dalam pangan, yaitu 0,25 mg/kg. Bobot ini cukup tinggi, mengingat kation timbal ini sangat berbahaya bagi kesehatan jika terhirup, masuk ke dalam tubuh atau terminum/termakan. Bahaya logam timbal ini dapat menyebabkan penyakit kanker, kronis, penyakit hati, gangguan otak dan sistem saraf bahkan dapat menyebabkan kematian, pada anak-anak akan menyebabkan menurunkan daya ingat dan keterbelakangan mental. Adanya unsur logam timbal dalam tulang ayam, disebabkan oleh gas buangan dari kendaraan bermotor yang mengandung logam berat timbal, selain itu peralatan masak yang digunakan juga sangat berpengaruh terhadap keberadaan logam timbal tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Tulang ayam berfungsi sebagai adsorben kation timbal dalam larutan berair. Kemampuan daya serap arang aktif tulang ayam terhadap kation timbal yaitu 5,0578 mg/g, 24,7297 mg/L, dan 49,9974 mg/g. Kemampuan daya serap arang aktif tulang ayam tanpa zat aktivator terhadap kation timbal yaitu 5,0119 mg/g, 25,0229 mg/g, dan 50,0089 mg/g. Zat aktivator yang digunakan tidak sesuai dengan sifat adsorben tulang ayam. Efisiensi arang aktif tulang ayam terhadap kation timbal yaitu 99,5292%, dan 99,9947%. Berdasarkan hasil penelitian ini, maka disarankan perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut, dengan variasi konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ yang lebih tinggi dari 100 mg/L, dan menggunakan zat aktivator berbeda yang sesuai dengan sifat adsorben tulang ayam. Sehingga hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan dapat diaplikasikan dalam skala industri maupun skala lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Universitas Kyoto Jepang a.n. Prof. Mizuno yang telah menghibahkan dana penelitian dan kepada dosen pembimbing penelitian beserta seluruh pihak yang telah membantu penulis, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2011. *Data Populasi Ternak*. Direktorat Jenderal Peternakan. Indonesia.
- Biro Pusat Statistik. 2002. *Livestock Population*. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Darmayanto. 2009. *Penggunaan Serbuk Tulang Ayam Sebagai Penurun Intensitas Warna Air Gambut*. Tesis Program Pasca Sarjana, Bidang Studi Ilmu Kimia Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Fornest, J. C. 1975. *Collagen in the Science Of Meat and Meat Product w.h.* Freeman and Company, San Francisco.
- Herman, D.Z. 2006. *Tinjauan Terhadap Tailing Mengandung Unsur Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari Sisa Pengolahan Bijih Logam*. Tesis. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Mohammed, A., Aboje, A.A., Auta, M., Jibril, M. 2012. A Comparative Analysis and Characterization of Animal Bones as Adsorbent. *Journal Advances in Applied Sciencs Research*. 3 (5):3089-3096.
- Putri, M.S, 2001. *Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*, Jakarta.
- Viswanathan, B., Neel, P.I., dan Varadarajan, T.K., 2009, *Methods of Activation and Specific Applications of Carbon Materials*, Department of Chemistry, Indian Institute of Technology Madras.
- Wijayanti, R. 2009. *Arang Aktif Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas*. Tesis Program Pasca Sarjana, Bidang Ilmu Kimia, Institut Pertanian Bogor, Bogor.