

POTENSI ARANG AKTIF DARI TULANG SAPI SEBAGAI ADSORBEN ION BESI, TEMBAGA, SULFAT DAN SIANIDA DALAM LARUTAN

Syamberah¹, Sofia Anita², T. Abu Hanifah²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Kimia

²Bidang Kimia Analitik Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia

sera11466@gmail.com

ABSTRACT

Chemically the composition of cow bones preparation consist of 69% of inorganic phase, 22% of organic phase and 9% water. The organic phase of bone contains 90% collagen. Therefore, the organic phase of cow bone can be used as a source of carbon that functions as the active charcoal bone. Active charcoal cow bones made of carbonization and activation process, using activator Na_2CO_3 with variation concentration of 2.5%; 5% and 7.5%. In this study, the active charcoal cow bones with the variation of concentration are characterized and obtained the optimum concentration of Na_2CO_3 at concentrations of 5% to 7.99% of moisture content, 13,33% of ash content, 27,164 m²/g of methylene blue adsorption and 184, 6947 mg/g of iod adsorption. The active charcoal cow bones with Na_2CO_3 5% was utilized to adsorp ions of iron (SNI 6989-4-2009), copper (SNI 6989-6-2009), sulfate (SNI 06-2426-1991) and cyanide (SNI 6989-76-2011) in solution for 24 hours with variations of the concentration of 100, 200, 300, 400, 500 and 600 mg/L. Ions of iron and copper were analyzed using an Atomic Absorption of Spectrofotometer (AAS), while ions of sulphate and cyanide analyzed using a Spectrofotometer UV-VIS. The Optimum adsorption ability of active charcoal cow bones is 99,9624% of the iron ions at a concentration of 300 mg/L, copper ions at 99,6484% that obtained at a concentration of 200 mg/L, sulfate ions at 68,274% and 69,594% of cyanide ions at a concentration of 200 mg/L.

Keywords : active charcoal, sodium carbonate, adsorption.

ABSTRAK

Secara kimiawi komposisi penyusunan tulang sapi terdiri dari ± 69% anorganik, 22% organik dan 9% air. Fasa organik dari tulang mengandung 90% kolagen. Oleh karena itu, fasa organik dari tulang sapi dapat dijadikan sebagai sumber karbon yang dimanfaatkan sebagai pembuatan arang aktif tulang sapi. Arang aktif tulang sapi dibuat dari proses karbonisasi dan aktivasi, menggunakan aktivator Na_2CO_3 dengan variasi konsentrasi 2,5%; 5% dan 7,5%. Pada penelitian ini, arang aktif tulang sapi dengan variasi konsentrasi di karakterisasi dan diperoleh konsentrasi larutan Na_2CO_3 optimum yaitu pada

konsentrasi 5% dengan kadar air 7,99%, kadar abu 13,33%, daya serap metilen biru 27,164 m²/g dan daya serap iod 184,6947 mg/g. Arang aktif dengan konsentrasi aktivator Na₂CO₃ 5% dimanfaatkan untuk mengadsorpsi ion besi (SNI 6989-4-2009), tembaga (SNI 6989-6-2009), sulfat (SNI 06-2426-1991) dan sianida (SNI 6989-76-2011) dalam larutan selama 24 jam dengan variasi konsentrasi 100, 200, 300, 400, 500 dan 600 mg/L. Ion timbal dan tembaga dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), sedangkan ion sulfat dan sianida dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-VIS. Kemampuan penyerapan optimum arang aktif tulang sapi terhadap ion besi sebesar 99,9624% pada konsentrasi 300 mg/L, ion tembaga sebesar 99,6484% diperoleh pada konsentrasi 200 mg/L, ion sulfat sebesar 68,274% dan ion sianida sebesar 69,594% pada konsentrasi 200 mg/L.

Kata kunci : arang aktif, natrium karbonat, kemampuan penyerapan.

PENDAHULUAN

Sapi banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia sebagai makanan sehari-hari, karena mempunyai nilai gizi yang tinggi dan memiliki cita rasa yang enak serta gurih. Oleh karena itu, peningkatan konsumsi masyarakat akan daging potong sapi setiap tahun meningkat serta didorong dengan banyaknya restoran atau rumah makan yang menyediakan makanan siap saji dengan salah satu bahan utamanya adalah sapi. Peningkatan ini menyebabkan potensi untuk mendapatkan bahan baku tulang sapi untuk dijadikan sebagai arang aktif tulang. Tulang dari sapi dapat diasumsikan sebagai sampah atau sisa makanan yang pemanfaatannya masih minim.

Tulang sapi memiliki kandungan utama berupa material anorganik yaitu hidroksiapatit Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂, kalsium fosfat, karbonat dan mengandung sekitar 1% asam sitrat (Akbar, 2012). Hasil analisis menunjukkan bahwa, penyusunan utama tulang adalah trikalsium fosfat dengan sebagian kecil kalsium karbonat yang berpotensi sebagai adsorben. Secara fisik, tulang

memiliki pori-pori yang sangat memungkinkan memiliki kemampuan dalam mengadsorpsi zat-zat lain ke dalam pori-pori di permukaannya serta mengandung kalsium hidroksiapatit, sehingga tulang sapi dapat digunakan sebagai adsorben aktif (Akbar, 2012).

Arang aktif tulang sapi dimanfaatkan untuk menyerap ion-ion besi (Fe³⁺), tembaga (Cu²⁺), sulfat (SO₄²⁻) dan sianida (CN⁻), yang berbahaya bagi lingkungan sekitar kita baik itu sungai, danau, air, tanah dan lain-lain yang berasal dari limbah rumah tangga, pertanian, pertambangan, transportasi dan perindustrian (Darmono, 2008).

METODE PENELITIAN

a. Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan adalah limbah tulang sapi yang diambil secara acak (*simple random sampling*) di tempat pemotongan yang berada di kota Pekanbaru. Sampel tulang sapi dicuci bersih dan dipisahkan dari dagingnya.

b. Proses Karbonisasi (SNI-06-3730-1995)

Tulang sapi dibersihkan dan dikeringkan dan dipotong kecil-kecil dan dimasukkan kedalam cawan porselen yang dilengkapi dengan tutupnya agar tidak ada udara yang masuk selama proses karbonisasi. Kemudian dimasukkan tulang sapi secara bertahap ke dalam furnace pada suhu ± 800 °C selama 1 jam dan didinginkan dalam desikator 30 menit. Arang tulang siap untuk digunakan.

c. Preparasi Arang Aktif Tulang Sapi

Arang tulang sapi digerus hingga halus dan diayak lolos ukuran 100 mesh. Kemudian dilakukan proses aktivasi dengan menggunakan zat kimia yaitu larutan Na_2CO_3 dengan variasi konsentrasi 2,5%, 5% dan 7,5% (b/v) masing-masing 100 mL larutan Na_2CO_3 dan diaduk selama ± 5 menit lalu didiamkan selama 24 jam serta dilanjutkan dengan proses penyaringan. Kemudian, dipanaskan dalam furnace pada suhu ± 800 °C selama 30 menit. Kemudian dicuci dengan aquades hingga pH arang netral dan panaskan di oven pada suhu 105 °C. Setelah itu, disimpan dalam desikator hingga arang stabil dan arang aktif dikarakterisasi.

d. Karakterisasi Arang Aktif Tulang Sapi

1. Kadar air (SNI-06-4253-1996)

Ditimbang 1 g arang aktif. Arang aktif tersebut dimasukan ke dalam cawan porselen yang sudah diketahui bobotnya. Cawan yang berisi arang dimasukan ke dalam oven yang telah diatur suhunya ± 105 °C selama 3 jam. Arang aktif

didinginkan kemudian di simpan di dalam desikator dan ditimbang beratnya.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan :

W_1 = Bobot sampel sebelum pemanasan (g)

W_2 = Bobot sampel setelah pemanasan (g)

1. Kadar abu (SNI-06-4253-1996)

Ditimbang 1 g arang aktif. Arang aktif tersebut dimasukan ke dalam cawan porselen yang sudah diketahui bobotnya. Lalu, dimasukkan kedalam *furnace* pada suhu 750 °C selama 6 jam. Abu didinginkan dalam desikator selama 15 menit ditimbang beratnya.

$$\text{kadar abu (\%)} = \frac{\text{Berat abu total}}{\text{Berat contoh awal}} \times 100$$

2. Adsorpsi sampel terhadap iodium (SNI-06-4253-1996)

Arang aktif dipanaskan di dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam. Arang aktif diambil 0,5 g, lalu ditambahkan 50 mL larutan iodium 0,1 N dan diaduk selama 15 menit serta disentrifugal selama 15 menit. Kemudian diambil 10 mL filtrat dan titrasi dengan menggunakan larutan natrium tiosulfat 0,1 N. Jika warna kuning telah samar lakukan penambahan 1 mL larutan amilum 1% sebagai indikator. Proses titrasi diulang kembali hingga warna biru hilang.

$$\text{Ads. iod (mg/g)} = \frac{(V_1 N_1 - V_2 V_2) \times 12,69 \times 5}{W}$$

Keterangan :

V_1 = larutan iodium yang dianalisis (mL)

V_2 = larutan natrium tiosulfat yang diperlukan (mL)

N_1 = Normalitas iodium

N_2 = Normalitas natrium tiosulfat

W = Berat sampel (g)

3. Adsorpsi sampel terhadap larutan metilen biru (SNI-06-4253-1996)

Arang aktif dipanaskan di dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam. Arang aktif masing-masing diambil 0,5 g dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Pada setiap sampel ditambah metilen biru 75 mg/L sebanyak 50 mL. Kemudian, di stirer selama 15 menit dengan kecepatan 100 rpm. Larutan sampel diambil dengan pipet tetes pada bagian sampel yang bening dan diukur absorbansi pada panjang gelombang yang telah ditentukan sebelumnya.

$$\text{Luas Permukaan (mg/g)} = \frac{X_0 - X_1}{W} \times v$$

Keterangan :

X_0 = Konsentrasi awal (mg/L)

X_1 = konsentrasi akhir (mg/L)

V = volume larutan (L)

W = Berat sampel (g)

e. Penentuan Daya Serap Arang Aktif Tulang Sapi Berdasarkan Variasi Konsentrasi Larutan

1. Daya serap arang aktif tulang sapi terhadap ion besi (SNI 6989.4-2009)

Sebanyak 0,5 g arang aktif masing-masing dimasukkan ke dalam Beaker glass, kemudian ditambahkan 50 mL larutan FeCl_3 dengan konsentrasi 100, 200, 300, 400, 500 dan 600 mg/L. Campuran distirer selama 15 menit dan didiamkan selama 24 jam, kemudian diambil bagian atasnya dan dianalisis dengan AAS-nyala.

2. Daya serap arang aktif tulang sapi terhadap ion tembaga (SNI 6989.6-2009)

Sebanyak 0,5 g arang aktif masing-masing dimasukkan ke dalam Beaker glass, kemudian ditambahkan 50 mL larutan CuSO_4 dengan konsentrasi 100, 200, 300, 400, 500 dan 600 mg/L. Campuran distirer selama 15 menit dan didiamkan selama 24 jam, kemudian diambil bagian atasnya dan dianalisis dengan AAS-nyala.

3. Daya serap arang aktif tulang sapi terhadap ion sulfat (SNI 06-2426-1991)

Sebanyak 0,5 g arang aktif masing-masing dimasukkan ke dalam Beaker glass, kemudian ditambahkan 50 mL larutan Na_2SO_4 dengan konsentrasi 100, 200, 300, 400, 500 dan 600 mg/L. Campuran distirer selama 15 menit dan didiamkan selama 24 jam, kemudian diambil bagian atasnya dan dianalisis dengan spektrofotometri UV-VIS.

4. Daya serap arang aktif tulang sapi terhadap anion sianida (SNI 6989-76-2011)

Sebanyak 0,5 g arang aktif masing-masing dimasukkan ke dalam Beaker glass, kemudian ditambahkan 50 mL larutan Na_2SO_4 dengan konsentrasi 100, 200, 300, 400, 500 dan 600 mg/L. Campuran distirer selama 15 menit dan didiamkan selama 24 jam, kemudian diambil bagian atasnya dan dianalisis dengan spektrofotometri UV-VIS.

f. Analisis Data

Analisis data dari hasil penentuan daya serap terhadap ion besi, tembaga, sulfat dan sianida dari arang aktif tulang

sapi yang telah diaktivasi disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan kurva kalibrasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Penelitian

Tabel 1. Karakterisasi arang aktif tulang sapi dengan variasi konsentrasi aktivator Na_2CO_3

Konsentrasi Na_2CO_3 (%)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Adsorpsi Metilen Biru (m^2/g)	Adsorpsi Iodium (mg/g)
Tanpa aktivator	2,2497	17,4347	17,7256	151,0232
2,5	10,9867	24,0903	26,2543	152,0367
5	7,9984	13,3300	27,1637	184,6947
7,5	11,8988	20,5835	26,3879	167,2473

2. Hasil penentuan uji daya serap arang aktif tulang sapi dengan aktivator Na_2CO_3 5% terhadap ion besi, tembaga, sulfat dan sianida.

Hasil penentuan uji daya serap arang aktif tulang sapi 5% terhadap larutan yang mengandung ion besi, tembaga, sulfat dan sianida dengan variasi konsentrasi larutan 100, 200, 300, 400, 500 dan 600 mg/L yang dikontakkan selama 24 jam, kemudian filtratnya dianalisis dengan metode analisis spektrofotometri. Dari Tabel 2 dapat dilihat kemampuan optimum penyerapan adsorben arang aktif tulang sapi terhadap masing-masing larutan.

Tabel 2. Kemampuan optimum penyerapan arang aktif tulang sapi terhadap ion Fe^{3+} , Cu^{2+} , CN^- dan SO_4^{2-} .

Ion	Konsentrasi Awal (mg/L)	Kemampuan Penyerapan (%)
Fe^{3+}	300	99,9624
Cu^{2+}	200	99,6484
CN^-	200	69,594
SO_4^{2-}	200	68,274

1. Hasil karakterisasi arang aktif tulang sapi

Hasil karakterisasi arang aktif dari tulang sapi dengan menggunakan variasi konsentrasi aktivator Na_2CO_3 2,5%, 5% dan 7,5% dapat dilihat pada Tabel 1.

b. Pembahasan

1. Proses karbonisasi dan aktivasi arang aktif tulang dengan variasi konsentrasi aktivator Na_2CO_3

Proses karbonisasi adalah suatu proses pemecahan senyawa organik menjadi karbon sederhana tanpa adanya oksigen dan penambahan zat kimia lainnya dengan proses pemanasan pada suhu 400 – 800 °C (Triyana dan Sarma, 2003). Arang yang dihasilkan kemudian digerus dan diayak lolos 100 mesh dan tak lolos 125 mesh yang bertujuan agar arang mempunyai ukuran partikel yang seragam yaitu mempunyai luas permukaan per satuan luas yang tetap, sehingga daya adsorpsi arang aktif sama karena mempunyai ukuran partikel yang sama. Untuk mengoptimalkan penyerapan dari arang maka dilakukan proses aktivasi secara kimia yaitu dengan penambahan zat aktivator yang berfungsi untuk mengikat senyawa-senyawa yang masih tertinggal dalam arang setelah proses karbonisasi.

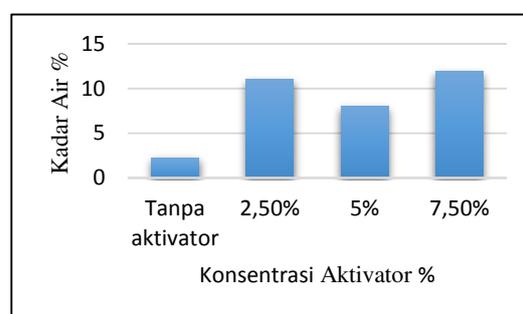
Pada penelitian ini, zat aktivator yang digunakan adalah Na_2CO_3 . Pemilihan Na_2CO_3 sebagai aktivator didasarkan karena selain mudah didapat, Na_2CO_3 juga larut sempurna dalam air dan jika terurai tidak akan menghasilkan oksida logam yang dapat menurunkan kadar logam (Sunardi dan Nurliani, 2008). Proses aktivasi dilakukan dengan bervariasi konsentrasi aktivator Na_2CO_3 yaitu 2,5%, 5% dan 7,5% dengan proses perendaman selama 24 jam. Setelah di rendam selama 24 jam arang di furnace pada suhu 800 °C selama 30 menit bertujuan untuk menghilangkan zat aktivator yang mengikat senyawa-senyawa yang masih tertinggal di permukaan arang dan pembentukan atau penyusunan kembali atom-atom karbon pada arang aktif sehingga meningkatkan luas permukaan dari arang aktif tersebut (Purnomo, 2010). Arang yang sudah diaktivasi, kemudian dicuci dengan aquades agar pH dari arang menjadi netral sehingga ketika dikontakkan dengan logam pH tidak mempengaruhi selama proses penyerapan arang aktif.

2. Karakterisasi arang aktif tulang sapi

a. Kadar Air

Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif serta pengaruh konsentrasi aktivator terhadap kadar air. Berdasarkan Tabel 1. diperoleh kadar air terendah sebesar 7,99% pada konsentrasi aktivator Na_2CO_3 5%. Hasil ini melebihi batas maksimal kadar air menurut SNI 06-4253-1996 yaitu sebesar 5%. Hal ini disebabkan karena pada saat proses pemanasan molekul air tidak semuanya menguap, ada sebagian molekul air yang

masih terperangkap dalam arang aktif. Purnomo (2010), menyatakan pada umumnya semakin besar luas permukaan atau semakin banyak pori yang terbentuk akan meningkatkan daya serap arang aktif terhadap suatu zat, sehingga molekul uap air dari udara akan semakin banyak yang teradsorp oleh arang. Hal ini akan mengakibatkan kadar air arang juga akan meningkat. Hasil karakterisasi kadar air arang aktif tulang sapi dengan variasi konsentrasi aktivator dapat dilihat pada Gambar 1.

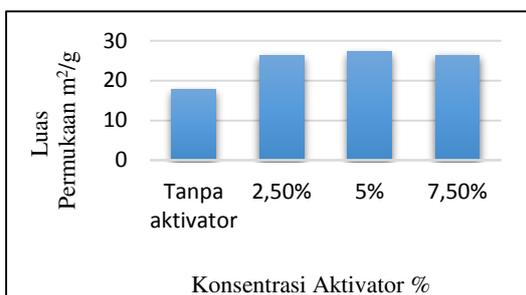


Gambar 1. Hasil karakterisasi kadar air arang aktif tulang sapi.

b. Kadar Abu

Penentuan kadar abu bertujuan untuk menentukan banyaknya kandungan oksida logam yang terbentuk pada arang aktif dan pengaruh konsentrasi aktivator terhadap kadar abu. Berdasarkan Tabel 1 diperoleh kadar abu yang terendah pada konsentrasi aktivator 5% sebesar 13,44%, sedangkan pada konsentrasi aktivator 2,5% dan 7,5% kadar abu yang dihasilkan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi aktivator Na_2CO_3 2,5% kurang maksimal mengikat senyawa-senyawa yang masih tertinggal pada arang sehingga ketika dipanaskan senyawa-senyawa yang tersisa tersebut membentuk oksida. Sama halnya pada konsentrasi aktivator Na_2CO_3 7,5%.

Kadar abu yang tinggi disebabkan karena konsentrasi Na_2CO_3 yang berlebih sehingga sebagian ada yang mengikat senyawa yang ada pada permukaan arang dan ada juga sebagian yang menempel dipermukaan arang aktif atau terperangkap didalam arang yang membentuk garam natrium. Hasil karakterisasi kadar abu arang aktif tulang sapi dengan variasi konsentrasi aktivator disajikan dalam bentuk Gambar 2.



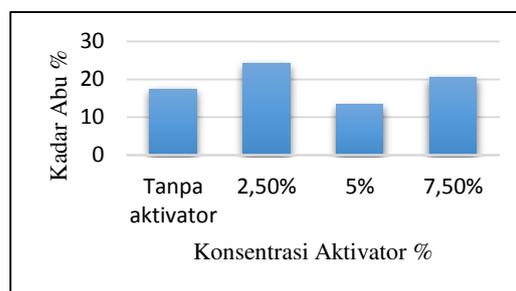
Gambar 2. Hasil karakterisasi kadar abu arang aktif tulang sapi

c. Luas Permukaan Arang Aktif

Adsorpsi metilen biru telah banyak dilakukan untuk menentukan kapasitas adsorpsi karbon aktif. Penetapan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna dan menentukan luas permukaan pori karbon aktif (Prasetyo dkk, 2011). Berdasarkan Tabel 1, diperoleh nilai daya serap terhadap metilen biru yang optimum pada konsentrasi aktivator Na_2CO_3 5% sebesar 27,164 m^2/g .

Dari hasil dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Na_2CO_3 maka daya adsorpsi terhadap metilen biru semakin tinggi, hal ini menunjukkan bahwa pori-pori arang aktif semakin besar sehingga kemampuan mengadsorpsi juga semakin besar. Hasil karakterisasi luas permukaan arang aktif tulang sapi

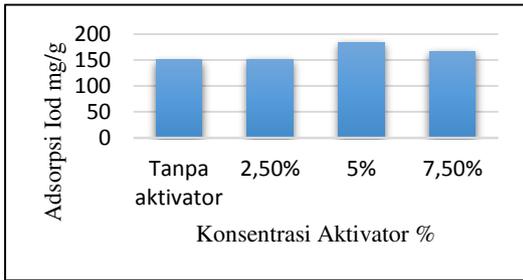
dengan variasi konsentrasi aktivator disajikan dalam bentuk Gambar 3.



Gambar 3. Hasil karakterisasi Luas permukaan arang aktif tulang sapi.

d. Daya Serap Terhadap Iodium

Penentuan daya serap terhadap iodium bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna dengan ukuran molekul kurang dari 10 Å atau 1 nm (Kurniawan, 2010). Besarnya daya serap terhadap iodium juga menunjukkan banyaknya struktur mikropori yang terbentuk pada arang aktif (Pari, 1999). Berdasarkan Tabel 1, diperoleh nilai daya serap terhadap iodium yang optimum pada konsentrasi aktivator Na_2CO_3 5% sebesar 167,298 mg/g . Pada konsentrasi aktivator Na_2CO_3 2,5% dan 7,5% diperoleh hasil penyerapan yang rendah. Sama halnya dengan daya serap terhadap metilen biru semakin tinggi konsentrasi aktivator maka semakin tinggi penyerapannya. Hasil karakterisasi arang aktif tulang sapi dengan variasi konsentrasi aktivator disajikan dalam bentuk Gambar 4.

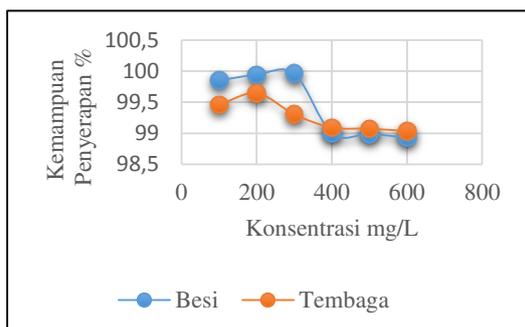


Gambar 4. Hasil karakterisasi adsorpsi iod terhadap arang aktif tulang sapi.

3. Penentuan daya serap arang aktif tulang sapi dengan aktivator Na_2CO_3 5% terhadap ion logam besi, tembaga, sulfat dan sianida

Pada penelitian ini larutan ion logam besi, tembaga, sulfat dan sianida dilakukan variasi konsentrasi yaitu 100, 200, 300, 400, 500 dan 600 mg/L yang dikontakkan selama 24 jam..

Kemampuan penyerapan bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari daya serap arang aktif dalam suatu proses penyerapan. Hasil dari kemampuan penyerapan arang aktif terhadap ion besi dan tembaga dengan variasi konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 5.

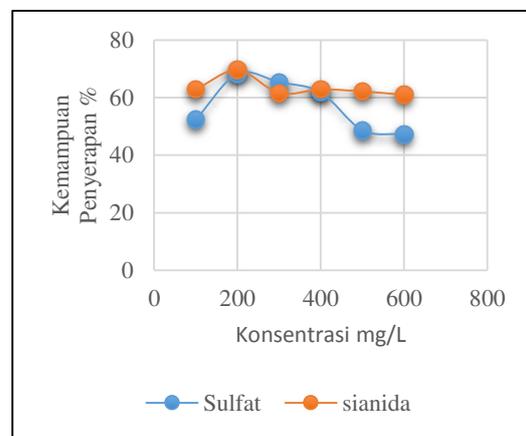


Gambar 5. Kemampuan penyerapan arang aktif terhadap ion Fe^{3+} dan Cu^{2+} dengan variasi konsentrasi.

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat kemampuan optimum penyerapan

arang aktif tulang sapi terhadap ion besi sebesar 99,9624% pada konsentrasi 300 mg/L dan ion tembaga sebesar 99,6484% pada konsentrasi 200 mg/L. Hal ini disebabkan pada konsentrasi 300 dan 200 mg/L adsorpsi penyerapan mencapai kondisi optimum karena terjadi kesetimbangan antara arang aktif dengan konsentrasi larutan yang dikontakkan (Nurhasni dkk, 2010).

Hasil dari kemampuan penyerapan arang aktif terhadap ion sulfat dan sianida dengan variasi konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kemampuan penyerapan arang aktif terhadap ion SO_4^{2-} dan CN^- dengan variasi konsentrasi

Dari hasil di atas dapat dilihat kemampuan optimum penyerapan arang aktif lebih tinggi pada larutan yang bermuatan ion+ (kation) daripada larutan yang bermuatan ion- (anion). Hal ini disebabkan karena arang aktif dari tulang mengandung senyawa hidroksiapatit. Hidroksiapatit merupakan kristal posfat dari kalsium yang mengandung ion hidroksil yang memiliki kemampuan yang tinggi sebagai pertukaran ion dan menyerap logam berat serta merupakan mineral primer yang terkandung dalam tulang yaitu sekitar 70 – 76% (Lokapuspita dan Hayati, 2012).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa larutan Na_2CO_3 5% baik digunakan sebagai aktivator arang aktif tulang sapi dengan hasil karakterisasi kadar air 7,99%, kadar abu 17,44%, luas permukaan arang aktif 27,164 m^2/g dan daya serap iod 167,298 mg/g . Arang aktif tulang sapi berpotensi sebagai adsorben dengan penyerapan optimum ion besi sebesar 99,9624% pada konsentrasi 300 ppm, ion tembaga sebesar 99,6484% pada konsentrasi 200 ppm, ion sulfat sebesar 68,274% pada konsentrasi 200 ppm dan ion sianida sebesar 69,594% pada konsentrasi 200 ppm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih disampaikan kepada pihak yang telah membantu terselesaikannya penelitian ini yaitu: Laboratorium Instrumen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau dan Laboratorium Pengujian Air Unit Pelaksanaan Teknis Pengujian Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. 2012. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Daya Adsorpsi Tulang Sapi Pada Ion Timbal (Pb^{2+}). Jurnal Penelitian. Universitas Negeri Makassar, Makassar.
- Darmono. 2008. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Kurniawan, I. K. G. I. 2010. Pembuatan dan Pemanfaatan Arang Aktif dari Tempurung Buah Lontar (*Borassus Flabellifer* Linn) Sebagai Adsorben Limbah Batik Kayu. UGM 476-484.
- Lokapuspita, G dan Hayati, M. 2012. Pemanfaatan Limbah Ikan Nila Sebagai Fishbone Hydroksiapatite Pada Proses Adsorpsi Logam Berat Krom Pada Limbah Cair. Jurnal Penelitian. Teknik Kimia. Universitas Diponegoro, Semarang 1 (1) : 379-388.
- Nurhasni., Hendrawati dan Saniyyah, N. 2010. Penyerapan Ion Logam Cd dan Cr dalam Air Limbah Menggunakan Sekam Padi. Jurnal Penelitian. UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta 310-318.
- Pari, G., Widayati, D.T dan Yoshida, M. 1999. Karakteristik Arang Aktif dari Arang Serbuk Gergajian Sengon Dengan Bahan pengaktif NH_4HCO_3 . Jurnal Penelitian Hasil Hutan 17 (2) : 89-100.
- Prasetyo, A., Yudi, A dan Astuti, R.N. 2011. Adsorpsi Metilen Blue Pada Karbon Aktif Dari Ban Bekas Dengan Variasi Konsentrasi NaCl Pada Suhu Pengaktifan 600 °C dan 650 °C. Jurnal Penelitian. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Purnomo, S. E. 2010. Pembuatan Arang Aktif Dari Kulit Biji Kopi dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Zat Warna Methylene Blue (Kation) Dan Naphthol Yellow (Anion). Skripsi. UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.

