

PEMANFAATAN ARANG BATOK KELAPA DAN TANAH HUMUS BATURRADEN UNTUK MENURUNKAN KADAR LOGAM KROM (Cr)

Anung Riapanitra dan Roy Andreas

Program Studi Kimia, Jurusan MIPA, Fakultas Sains dan Teknik UNSOED

ABSTRACT

Waste containing hazardous and toxic chemical compounds into the environment leads to water pollution, soil and air. These chemical compounds will endanger human life and environment. One type of compound that may pollute the environment is chromium. The metal is commonly found in industrial waste such as from exhaust and industrial wastewater from etal plating company.

The purpose of this research is to utilize coconut shell charcoal and soil humus as a low-cost and ready-made alternative material to reduce the concentration chromium (Cr) on wastewater. Humus was taken from Baturraden region and was isolated using NaOH extraction and was furthermore purified using mixtures of HF_(aq): HCl_(aq). Coconut shell charcoal was produced and was mixed with the humus. Adsorption process was carried out by batch method on variations of charcoal: humus composition, pH, and contact time. Humus soil was identified using infrared spectrophotometry (IR). Determination of chromium concentration was performed using atomic absorption spectroscopy (AAS).

The purified humus yielded was 25.92% (w/w), with 34.18% moisture, and ash content of 18.09%. The results showed that the variation of composition ratio of 2:1 charcoal and humus produced the greatest percent reduction of 18.20%, and the optimum pH for the adsorption is 9. For the variation of contacts time, the optimum reaction time is at 180 minutes with decreasing concentration of Pb up to 56.07%.

Keyword: **Charcoal, humic substances, adsorption, chromium**

PENDAHULUAN

Zat-zat pencemar dalam lingkungan air umumnya adalah unsur dan senyawa anorganik. Unsur-unsur anorganik dapat berupa logam-logam seperti Cd, Cr, Co, Cu, Zn, Pd, Hg, Ni, dan Ag. Logam Krom (Cr) merupakan logam yang digunakan dalam industri knalpot dan perbengkelan lainnya sebagai pelapis logam. Logam krom merupakan salah satu logam limbah bahan beracun dan berbahaya (B3). Berbagai metode dapat dilakukan untuk proses penghilangan logam dalam perairan misalnya dengan sistem pertukaran ion, reduksi kimia, osmosis balik, filtrasi membran, adsorpsi dan sebagainya. Sebagian besar metode ini hanya dapat diterapkan untuk industri skala besar. Metode-metode ini memiliki kebutuhan

infrastruktur yang mahal, oleh karena itu diperlukan suatu sistem penghilangan logam yang berskala kecil, efisien dan sebisa mungkin dapat diciptakan sendiri.

Salah satu usaha yang efisien dan murah untuk penurunan kadar logam di perairan adalah dengan sistem adsorpsi. Beberapa penelitian terdahulu, misalnya oleh Perdana (2007) mengadsorpsi limbah buatan krom menggunakan abu sekam padi, sedangkan Taliwongso (2005) mempergunakan lignin. Bahan adsorben yang sering digunakan antara lain karbon aktif, tanah diatomea, zeolit dan lain-lain. Bahan alternatif lain yang dapat digunakan sebagai adsorben adalah tanah humus. Dalam perkembangannya, penggunaan material adsorben dapat disederhanakan maupun dikombinasikan untuk menambah performa adsorpsi.

Penggunaan arang sebagai adsorben dan tanah humus yang memiliki sifat penukar ion diharapkan dapat meningkatkan performa dalam menurunkan kadar logam krom. Arang digunakan tanpa pengaktifan merupakan solusi praktis agar masyarakat mudah memanfaatkannya, karena biaya pembuatannya akan lebih rendah dibandingkan arang aktif. Berdasarkan pernyataan di atas maka telah dilakukan penelitian tentang penggunaan arang batok kelapa dan tanah humus dari Obyek Wisata Baturraden untuk menurunkan kadar logam krom

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah humus, arang batok kelapa, kalium bikromat, NaOH, HCl, HF, H₂SO₄, akuades, kertas saring Whatman, kertas saring, kain net, kalium hidrogen ftalat, CH₃COONa.3H₂O, Na₂HPO₄.2H₂O, Na₂B₄O₇.10H₂O, dan NaHCO₃.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer Infra Merah IR Shimadzu FTIR-8201PC, spektrometer Serapan Atom Perkin-Elmer 3100PC, desikator, mortar, ayakan 85 mesh, ayakan 120 mesh, sentrifus, neraca analitik, *muffle furnace*, pH meter, *shaker*, dan alat-alat gelas.

Prosedur Penelitian

Isolasi dan Pemurnian Tanah Humus

Tanah humus diisolasi dari Wanawisata Baturraden Purwokerto. Sampel tanah dibersihkan dari kerikil dan pengotor. Sebanyak 1000 gram sampel tanah yang telah dibersihkan, diekstraksi dengan larutan NaOH 0,5 M dengan media plastik ukuran 1,5 liter, ditutup rapat dan dikocok dengan bantuan *shaker* selama 24 jam. Residu ekstraksi dipisahkan dari larutan dengan didekantasi. Selanjutnya, dilakukan pengasaman dengan menambahkan HCl

6 M hingga pH < 2. Residu disaring dengan saringan *buchner*, dibilas dengan larutan HCl 0,01 M dan dibebaskan dengan akuades kemudian dikeringkan diudara.

Ekstraksi tanah humus dilanjutkan dengan tahap pemurnian. Tanah humus kotor dimurnikan dengan larutan campuran HF-HCl sebanyak 2 tahap. Tahap pertama, humus kotor dicampur dengan (1:1 v/v) 0,2 M HCl dan 0,2 M HF selama 64 jam lalu disaring. Tahap kedua, residu yang diperoleh dimasukkan dalam campuran 1:1 HF (5,5 M) dan HCl (1,1 M) selama satu jam, masing-masing didekantasi dan dibilas dengan 0,1 M HCl dan terakhir dibilas dengan akuades hingga netral. Residu yang diperoleh merupakan tanah humus yang bebas pengotor. Selanjutnya tanah humus dikeringudarkan dan diayak dengan ayakan 120 *mesh* lalu disimpan dalam desikator

Pembuatan Arang Batok Kelapa

Batok kelapa dibersihkan, dikeringkan di bawah sinar matahari ditimbang bobotnya, kemudian diarangkan dengan tanur pada suhu 350°C selama 3,5 jam setelah itu tanur dibiarkan dingin dan arang didinginkan, kemudian diayak dengan ayakan 85 mesh, dihitung rendemennya, kadar air dan kadar abunya, disimpan dalam desikator.

Kadar air dihitung dengan memasukkan 2 g arang dalam cawan porselen dan dioven pada suhu 105°C selama 3 jam didinginkan lalu ditimbang dan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{kadar air (\%)} = \left(\frac{(a - b)}{a} \times 100\% \right)$$

a = bobot arang mula-mula (g)

b = bobot setelah dikeringkan (g)

Kadar abu dihitung dengan menimbang 2 g arang dalam cawan porselen yang diketahui bobotnya dipijarkan pada suhu

600°C selama 3 jam lalu dihitung menggunakan rumus:

$$\text{kadar abu (\%)} = \left(\frac{a-b}{a} \times 100\% \right)$$

a = berat abu konstan (g)

b = berat arang konstan (g)

Pembuatan Adsorben Campuran Arang dan Tanah Humus

Arang dan tanah humus disusun dalam susunan sandwich dengan perbandingan arang:humus yaitu 1:1, 1:2, dan 2:1. Humus diletakkan dibagian tengah layer dengan cetakan yang telah dilapis pembungkus kain net dan kertas saring. Selanjutnya lapisan dengan volume 30 cm³ dibungkus dengan kain net dan kertas saring.

Adsorpsi krom (Cr) pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode batch. Briket campuran tanah humus dan arang yang telah dibungkus digantung pada bagian klem dan ditempatkan pada larutan tanpa mengenai magnet stirrer supaya adsorben tidak rusak, dan stirrer dijalankan pada kecepatan 120 rpm. Kadar krom dalam bikromat ditentukan pada tiga perbandingan arang dan humus dengan mengukur absorbansi sampel menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) *Perkin-Elmer* 3100PC pada proses adsorpsi selama satu jam pada suhu kamar (29°C). Pengukuran adsorbansi sampel dilakukan secara triplo.

Penentuan Pengaruh pH

Adsorben arang dan humus perbandingan 1:1, 1:2, dan 2:1 di interaksikan dengan larutan standar krom (Cr) 30 ppm pada variasi pH 3, 5, 7, 9, dan 11. pH larutan ditentukan dengan menggunakan pH meter yang dikalibrasikan dengan buffer pH 4,0 dan 9,2. Absorbansinya diukur dengan SSA.

Penurunan Kadar Krom Limbah Cair

Proses adsorpsi dilakukan dengan metode batch pada suhu kamar. Material adsorben ditambahkan dengan 250 mL larutan standar krom cair dengan konsentrasi 30 ppm. Analisis penurunan kadar krom dilakukan pada pH optimal dan variasi waktu yaitu 10 menit; 30 menit; 1 jam; 2 jam; 3 jam; 6 jam; 24 jam; dan 48 jam. Campuran tersebut digoyang dengan shaker pada kecepatan 120 rpm. Kadar logam setelah diinteraksikan diukur dengan SSA.

% penurunan kadar Cr dapat ditentukan dengan rumus:

$$\text{Persen removal (\%)} = \left(\frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100\% \right)$$

Dimana C₀ adalah konsentrasi awal dan C_t adalah konsentrasi setelah adsorpsi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan Pemurnian Tanah Humus

Sampel tanah humus yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari hutan di sekitar bukit Cendana, kawasan wanawisata Baturraden. Humus yang diambil berasal dari daerah non kawasan pertanian dan diperkirakan masih murni dari adanya pengotor-pengotor artifisial. Tanah humus yang digunakan mempunyai karakteristik yaitu berwarna cokelat kehitam-hitaman.

Sampel tanah humus kemudian dibersihkan dan diekstraksi dengan NaOH 0,5 M, bertujuan untuk mengisolasi tanah humus dan menghasilkan tanah humus yang mengandung mineral. Menurut Levesque and Schnitzer (1966), larutan alkalis mulai kadar 0,1 M dapat mengekstraksi tanah humus dan untuk kadar 0,5 M dapat memberikan hasil dengan kadar abu rendah. Menurut Brucket (1979) dalam Pansu dan Goutheyrou (2003). Metode ekstraksi alkalis merupakan metode yang paling kuat dalam mengekstraksi humus dari sampel tanah, namun penggunaan metode ini dikritik karena tiga alasan, antara lain terbentuknya formasi baru dari struktur bahan non humat yang tidak dapat larut

seperti polisakarida, lignin, dan protein yang berasal dari sisa-sisa tanaman; terdegradasinya struktur bahan humat karena mengalami reaksi hidrolisis, oksidasi, dan pembentukan polimer; serta larutan alkalis dapat memecahkan dinding sel bakteri pada tanah, dinding sel tersebut merupakan residu yang sulit diekstrak.

Hal diatas dapat diatasi dengan cara pengeringan yang sempurna dan membersihkan tanah tersebut dengan cara diayak. Proses ini bertujuan memisahkan sisa-sisa tanaman, pasir, dan batuan dalam proses ekstraksi untuk mencegah reaksi degradasi tanah humus. Selama proses isolasi, hampir seluruh bagian menjadi residu yang bisa dinetralkan dan dikeringkan dan tidak terdapat pengotor yang dapat teramati secara fisik.

Sampel tanah yang telah diekstraksi dengan larutan natrium hidroksida (NaOH) 0,5 M dishaker selama 24 jam, kemudian diambil endapannya. Menurut Schnitzer (1972), tujuan utama dari pemurnian tanah humus ialah untuk meminimalisir kadar abu dalam humus, sehingga didapat tanah humus murni dengan kadar abu rendah.

Sampel tanah humus selanjutnya dimurnikan dengan modifikasi proses pemurnian humin, yaitu dengan ekstraksi campuran humus dan larutan campuran HF-HCl hingga diperoleh tanah humus murni (Aiken *et al.*, 1985).

Menurut Pansu dan Goutheyrou (2003), penggunaan HF-HCl dilaporkan merupakan pereaksi yang paling efektif dalam memurnikan tanah humus. Hasil spektroskopi infra merah pada tanah humus yang telah dimurnikan dengan HF-HCl menunjukkan bahwa proses pemurnian dapat sempurna menghilangkan intensitas dari bilangan gelombang dari mineral silikat pada 470, 520 dan 1030 cm^{-1} . Penurunan mineral silikat pada tanah humus yang dimurnikan akan menurunkan kadar abu. Hal ini didukung data penelitian yaitu turunnya kadar abu sebesar 3%.

Karakteristik Humus Hasil Isolasi

Humus hasil isolasi dari hutan di sekitar bukit Cendana, kawasan wanawisata Baturraden dikarakterisasi dengan mengukur rendemen, kadar air, dan kadar abunya. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Rendemen, Kadar Air, dan Kadar Abu Humus Hasil Isolasi

Humus	Rendemen (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Air (%)
Humus Sebelum pemurnian	60,23	68,01	20,59
Humus Murni	25,92	34,18	18,09

Berdasarkan data dalam Tabel 1 dapat diketahui bahwa rendemen humus murni yang diperoleh menggunakan metode ekstraksi alkali yaitu sebesar 25,92 % (b/b) dari 15 gram sampel yang tanah yang diekstraksi karena humus murni telah bersih dari pengotor seperti mineral – mineral silika yang tertinggal dan tidak larut terhadap NaOH, karena mengalami proses pemurnian yang berulang menggunakan campuran HF-HCl. Kadar abu humus kotor dan humus murni memiliki perbedaan yang cukup besar, yaitu 68,01 % untuk humus kotor dan

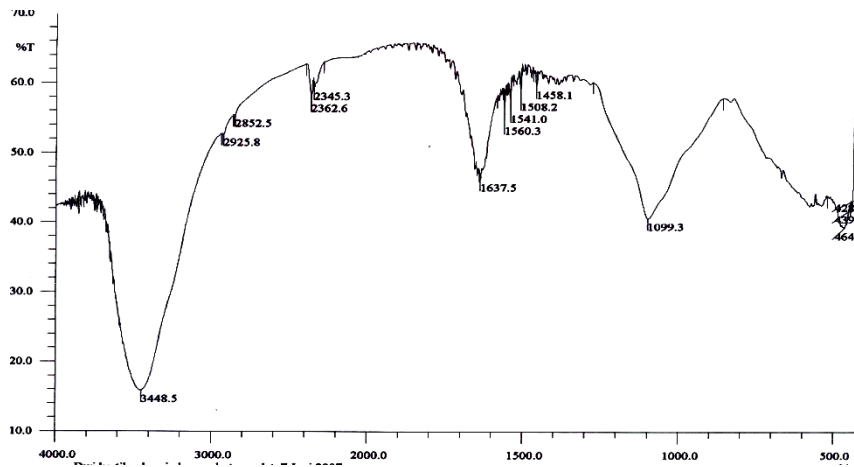
34,18 % untuk humus murni. Perbedaan ini menunjukkan bahwa campuran HF-HCl dapat mengurangi jumlah pengotor – pengotor anorganik dalam humus kotor. Efektifitas dari proses pemurnian akan makin tinggi apabila makin banyak mineral yang hilang dari humus. Abu yang dihasilkan pada pembakaran temperatur tinggi merupakan mineral – mineral logam dalam suatu bahan, maka penetapan kadar abu dapat digunakan sebagai ukuran keberhasilan suatu proses pemurnian. Kadar air humus sebelum pemurnian dan humus murni mempunyai

perbedaan yang tidak terlalu besar, yaitu 20,59 % untuk humus kotor dan 18,09 % untuk humus murni. Menurut Cowd (1991), Tinggi rendahnya kadar air dipengaruhi oleh metode dan lamanya pengeringan, kelembaban udara relatif, serta tempat penyimpanan.

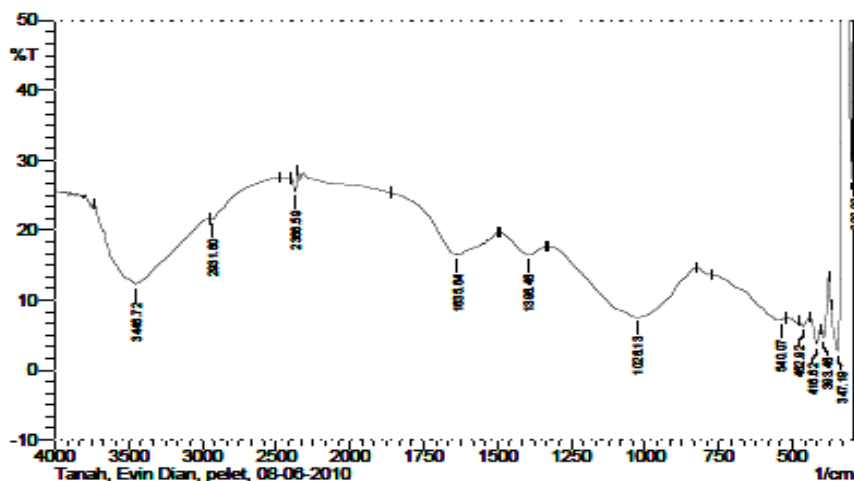
Analisis Kualitatif Gugus Fungsional Humus

Humus hasil isolasi sebelum dan sesudah dimurnikan dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer inframerah Shimadzu FTIR-8210PC dengan sel KBr untuk mengetahui adanya

gugus fungsional humus yang diharapkan mengandung gugus $-COOH$ dan OH fenolat. Spektra hasil analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsi yang terdapat pada humus hasil isolasi, terutama pada serapan $-COOH$, $-OH$ dan $-C=O$, spektra inframerah juga dapat digunakan untuk mengetahui efektivitas pemurnian humus kotor dengan menggunakan campuran larutan HF-HCl. Hasil analisis FTIR humus sebelum dimurnikan dapat dilihat pada Gambar 1. dan sesudah dimurnikan humus dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Spektrum IR Humus sebelum pemurnian



Gambar 2. Spektrum IR Humus setelah pemurnian

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2, pemurnian humin kotor menggunakan

campuran HF-HCl digunakan untuk menghilangkan ion-ion logam dan pasir

silikat yang menjadi pengotor pada humin yang berada pada puncak serapan bilangan gelombang $1099,3\text{ cm}^{-1}$ yang mengindikasikan adanya vibrasi ulur dari Si-O dari silikat (SiO_2) pada humin kotor. Menurut Silverstein, *et al.* (1981), vibrasi ulur Si-O dari silikat (SiO_2) terjadi pada bilangan gelombang $1110\text{-}1000\text{ cm}^{-1}$. Sedangkan pada pemurnian humus masih terdapat SiO_2 yaitu pada puncak bilangan gelombang $1026,13\text{ cm}^{-1}$ yang mengindikasikan masih adanya vibrasi ulur SiO_2 dari silikat (SiO_2) pada humus yang dimurnikan murni.

Menurut Silverstein, *et al.* (1981), munculnya puncak pada bilangan gelombang $850\text{-}550\text{ cm}^{-1}$ diakibatkan ikatan antara atom C dengan satu atau beberapa ion klorida. Bilangan gelombang $540,07\text{ cm}^{-1}$ diakibatkan oleh adanya ion Cl^- yang berikatan dengan atom C. Adanya ikatan tersebut disebabkan masih tertinggalnya ion-ion Cl pada saat pencucian humus. Puncak serapan $462,92\text{ cm}^{-1}$ dan $416,62\text{ cm}^{-1}$ disebabkan oleh adanya mineral lempung (*Phyllosilicates*). Menurut Pansu dan Goutheyrou (2003), puncak serapan dari *Phyllosilicates* yaitu sekitar 470 cm^{-1} . Hal ini menandakan humus murni mengandung mineral lempung, namun intensitasnya lebih sedikit dibanding humus kotor dimana humus kotor mempunyai puncak serapan yang lebih tinggi dibandingkan dengan humus murni.

Pemurnian humus kotor menjadi humus murni ditunjukkan dengan adanya puncak pada bilangan gelombang $1635,64\text{ cm}^{-1}$ pada humus murni yang mengindikasikan adanya gugus karboksil ($-\text{COO}^-$) yang membuktikan bahwasanya proses pemurnian tidak merusak gugus fungsional humus. Menurut Tan (1995), pada panjang gelombang ini terjadi akibat dari *stretching* gugus $-\text{COO}^-$ asimetri pada humus. Panjang gelombang $3448,72\text{ cm}^{-1}$ pada humus murni mengindikasikan adanya gugus $-\text{OH}$ dan

gugus $-\text{OH}$ fenolat. Menurut Silverstein, *et al.* (1981), serapan gugus $-\text{OH}$ dan gugus $-\text{OH}$ fenolat terjadi pada bilangan gelombang $3300\text{-}3600\text{ cm}^{-1}$ dengan intensitas sedang. Bilangan gelombang $1635,6\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur C=C aromatik atau C=O (keton terkonjugasi) mengikat hidrogen, sedangkan bilangan gelombang 2931 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur C-H alifatik (Aiken, *et al.*, 1985).

Dari data spektroskopi IR menunjukkan bahwa humus belum termurnikan secara sempurna dan proses pemurnian yang dilakukan tidak mendegradasi struktur bahan humat.

Pembuatan Arang Batok Kelapa

Rendemen, kadar air dan kadar abu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rendemen, Kadar Air, dan Kadar Abu Arang Batok Kelapa

Rendemen (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Air (%)
90,59	13,48	9,40

Menurut Andreas, dkk., (2006) efektifitas proses pemurnian humus akan makin tinggi apabila makin banyak mineral yang hilang dari humus. Abu yang dihasilkan merupakan residu proses pembakaran humus pada temperatur tinggi yaitu mineral, maka kadar abu dapat digunakan sebagai ukuran kebersihan suatu proses pemurnian. Makin efektif proses pemurnian maka kadar abu semakin sedikit.

Pembuatan Campuran Tanah Humus dan Arang

Arang batok kelapa dan tanah humus yang diperoleh disusun dengan perbandingan arang: humus sebesar 1:1, 1:2 dan 2:1. Campuran keduanya kemudian diletakkan dalam cetakan dan dilapisi pembungkus kain net dan atau kertas saring. Berdasarkan hasil percobaan yang diperoleh bahwa kertas saring mampu menahan kebocoran dari

tanah humus maupun arang batok kelapa hingga selama 48 jam dimana terlihat dari stabilnya waktu kesetimbangan adsorpsi sebagaimana dibahas pada penentuan waktu optimum adsorpsi. Kain net yang berlapis-lapis tidak mampu menahan bocornya tanah humus maupun arang batok kelapa. Hal ini disebabkan oleh sifat dari arang dan humus membentuk koloid pada pelarut air. Tanah humus yang telah disaring hingga 120 mesh membutuhkan penahan dengan pori yang mampu menahan hingga 120 mesh dan kertas saring ternyata mampu menahan bocornya arang dan humus. Humus dalam pelarut air akan cenderung membentuk koloid yang akan dengan mudah ditengarai dari perubahan warna larutan menjadi coklat keruh, sedangkan arang tidak dapat larut dalam pelarut air dan membentuk suspensi.

Adsorpsi Krom (Cr) oleh Campuran Humus dan Arang Batok Kelapa

Perbandingan penurunan konsentrasi krom pada variasi perbandingan konten adsorben dapat dilihat pada Tabel 3. Perbandingan arang batok kelapa: tanah humus 2:1 adalah yang tertinggi dan digunakan untuk menentukan pH optimal.

Tabel 3. Penurunan Kadar Krom (Cr) pada Variasi Perbandingan Konten Adsorben

Perbandingan (Arang: Humus)	Penurunan (%)
1:1	13,81
1:2	11,96
2:1	18,20

Penentuan pH Optimum Adsorpsi

pH optimum adsorpsi diperoleh dengan melakukan proses adsorpsi pada berbagai pH yang dilakukan selama 1 jam pada suhu kamar (29°C). Variasi pH adsorpsi dilakukan pada pH 3,5,7,9 dan 11. Adsorben menggunakan perbandingan konten yaitu arang batok

kelapa: tanah humus 2:1. Diketahui bahwa pH optimum didapat pada pH 9 ialah sebesar 48,52%. Penurunan kadar Krom (Cr) pada variasi pH dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penurunan Kadar Krom (Cr) pada Variasi pH

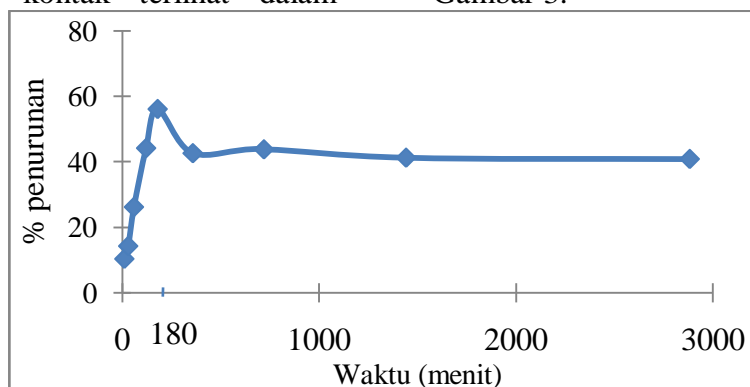
pH	Penurunan (%)
3	36,96
5	13,08
7	19,46
9	48,52
11	36,34

Menurut Sujandi (2002), pH basa dapat menyebabkan gugus fungsional dipermukaan mengalami deprotonasi, sehingga pada saat yang sama terjadi kompetisi antara gugus fungsional dan ion alkali dalam berikatan dengan ion logam. Pada pH basa banyak terdapat ion-ion alkali antara lain OH^- , HCO_3^- , dan CO_2^- . Hal ini menyebabkan jumlah krom yang teradsorpsi meningkat. Menurut Arivoli *et al.* (2008), Saat pH larutan tinggi, ion-ion krom akan lebih mudah tertarik ke permukaan adsorben yang bermuatan negatif, sehingga mengakomodasi terjadinya adsorpsi. Sedangkan pada pH yang rendah terjadi persaingan antara ion logam dan proton sehingga adsorpsi terhambat. Lebih lanjut, terbentuknya beberapa spesi hidroksida dalam larutan akan meningkatkan adsorpsi untuk adsorben berbahan baku arang (Arivoli, 2007).

Penentuan Waktu Optimum Adsorpsi

Waktu optimum adalah waktu yang dibutuhkan agar adsorpsi terjadi secara maksimum. Analisis penurunan kadar krom dilakukan pada pH optimal dan variasi waktu yaitu 10 menit; 30 menit; 1 jam; 2jam; 3 jam; 6 jam ;12 jam; 24 jam dan 48 jam. Kurva penurunan kadar Krom (Cr) menggunakan campuran humus dan arang batok kelapa dengan

variasi waktu kontak terlihat dalam Gambar 3.



Gambar 3. Kurva Penurunan Kadar Krom (Cr) pada Variasi Waktu Kontak

Hasil pengukuran pada SSA diperoleh pada waktu kontak selama tiga jam menghasilkan persen penurunan paling besar dibanding dengan waktu kontak yang lain yaitu sebesar 56,07%. Setelah tiga jam terjadi kesetimbangan adsorpsi. Waktu kesetimbangan adsorpsi menurut Lubis dan Nasution (2002), merupakan suatu keadaan dimana permukaan adsorben yang telah jenuh oleh molekul teradsorpsi tidak mampu lagi meningkatkan daya adsorpsinya meskipun konsentrasi adsorbatnya diperbesar. Adamsons (1976) menambahkan, adsorpsi yang terjadi oleh materi adsorben setelah mencapai kesetimbangan, serapannya cenderung tetap atau bahkan menurun.

KESIMPULAN

Campuran arang batok kelapa dan tanah humus dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar logam krom walaupun tidak sempurna. Persen penurunan kadar logam krom terbesar menggunakan kombinasi arang batok kelapa dan tanah humus 2:1 dan pada pH optimum 9 yaitu sebesar 48,516 %. Persen penurunan kadar logam krom pada waktu kontak optimum tiga jam yaitu sebesar 56,07 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Unsoed yang telah mendanai

penelitian ini melalui scheme DIPA I 2010, serta kepada Evin Dian Irnawati selaku mahasiswa skripsi pelaksana penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamsons, W.A., 1976, *Physical Chemistry of Surface*, Interscience, New York
- Aiken, GR, D.M. McKnight, R.L. Wershaw, dan P. MacCharthy, 1985, "*Humic Substances in Soil Sediment and Water : Geochemistry, Isolation, and Characterization*", John Wiley & Son, New York.
- Andreas, R., Narsito dan S. Noegrohati, 2006, Karakteristik Adsorpsi Tembaga (II) Pada Humin Dalam Medium Air Tawar, *Jurnal Ilmiah Kimia*, Vol 1, 1-9.
- Arivoli S, 2007, Kinetic and thermodynamic studies on the adsorption of some metal ions and dyes onto low cost activated carbons, Ph D., Thesis, Gandhigram Rural University, Gandhigram.

- Arivoli, S., M Hema, M. Karuppaiah And S. Saravanan, 2008, Adsorption of Chromium Ion by Acid Activated Low Cost Carbon-Kinetic, Mechanistic, Thermodynamic and Equilibrium Studies. *E-Journals of Chemistry*, Vol. 5, No.4, pp. 820-831
- Cowd, M.A., 1991. *Kimia Polimer*. ITB, Bandung
- Lévesque and Schnitzer, 1966, Effects of NaOH concentration on the extraction of organic matter and of major inorganic constituents from a soil, *J. Soil Sci.*, 46, 7–12.
- Pansu M, and J. Gautheyrou, 2003, *Handbook of soil Analysis : Mineralogical, Organic and Inorganic Methods*, Springer-Verlag, New York.
- Perdana, N.R.W, 2007, Adsorpsi Cr (VI) dengan menggunakan Abu Sekam Padi sebagai Adsorbent, *Skripsi*, Institut Teknologi Surabaya, Surabaya
- Schnitzer, M., and S.U. Khan, 1972, *Humic Substances in the Environment*, Dekker, New York.
- Silverstein, R.M., G. C. Bassler, and T. C. Morrill, 1981, *Spectrometric Identification of Organic Compounds* 4th Edition, John Willey and Sons, Inc.
- Sujandi, 2002, Immobilisasi Asam Humat pada Permukaan Silika Gel dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Tembaga (II) dan Kalsium (II), *Skripsi*, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tan, K.H., 1995, *Environmental Soil Science*, Marcel Dekker, New York.
- Taliwongso, S. 2005. “Pemanfaatan Lignin sebagai Bahan Adsorben untuk Penyisihan Kromium”, *Dissertasi*, Program Sarjana Institut Teknologi Bandung, Bandung.