

KAJIAN ADSORPSI ION LOGAM Cr(VI) OLEH ADSORBEN KOMBINASI ARANG AKTIF SEKAM PADI DAN ZEOLIT MENGGUNAKAN METODE SOLID-PHASE SPECTROPHOTOMETRY

THE STUDY OF Cr(VI) ION ADSORPTION BY COMBINATION ADSORBENT OF ACTIVATED RICE HULL CHARCOAL AND ZEOLITE USING SOLID-PHASE SPECTROPHOTOMETRY

Sulistyo Saputro*, Mohammad Masykuri, Lina Mahardiani, Bhakti Mulyani and Nita Tri Wahyuni

Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta

*email: sulistyo68@yahoo.com

Diterima 5 Agustus 2016 disetujui 5 September 2016

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan kombinasi arang aktif sekam padi dan zeolit sebagai adsorben dalam mengadsorpsi ion logam Cr(VI) dan mempelajari pengaruh komposisi adsorben kombinasi arang aktif sekam padi dan zeolit dalam mengadsorpsi ion logam Cr(VI), serta sensitivitas metode *solid-phase spectrophotometry* (SPS) untuk menentukan penurunan kadar ion logam Cr(VI) dalam skala $\mu\text{g/L}$. Arang aktif sekam padi yang digunakan diperoleh melalui proses aktivasi dengan perendaman dalam larutan ZnCl_2 10% sedangkan zeolit menggunakan larutan H_2SO_4 10%. Pengontakan adsorben dengan ion logam Cr(VI) dilakukan dengan variasi komposisi adsorben arang aktif sekam padi dan zeolit 1:1, 1:2, 1:3, dan 2:1. Analisis kadar Cr(VI) dilakukan menggunakan metode *solid-phase spectrophotometry* (SPS). Karakterisasi arang aktif sekam padi dan zeolit dilakukan menggunakan FTIR. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) kombinasi arang aktif sekam padi dan zeolit dapat digunakan sebagai adsorben dalam mengadsorpsi ion logam Cr(VI) dengan kapasitas adsorpsi 0,28 $\mu\text{g/g}$; (2) komposisi optimum adsorben adalah 1:2 dengan persentase penyerapan sebesar 40,99%; (3) *solid-phase spectrophotometry* (SPS) merupakan metode yang sensitif untuk analisis penurunan kadar ion Cr(VI) dalam tingkat $\mu\text{g/L}$ dengan *Limit of Detection* (LOD) sebesar 0,021 $\mu\text{g/L}$.

Kata kunci : adsorpsi, Cr(VI), arang aktif sekam padi, zeolit, *solid-phase spectrophotometry*

Abstract

This study aims to study the use of activated rice husk charcoal and zeolite as combination adsorbents to adsorb Cr(VI) metal ions; the effect of the combination adsorbents of activated rice husk charcoal and zeolite's compositions to adsorb Cr(VI) metal ions; and the sensitivity of solid-phase spectrophotometry (SPS) as a method to determine the reduced levels of Cr(VI) metal ions in the level of $\mu\text{g/L}$. The activated rice husk charcoal used were obtained through the activation process by soaking in a solution of ZnCl_2 10% while the zeolite with a solution of H_2SO_4 10%. The contacting process of the adsorbents with Cr(VI) metal ions was done by varying the compositions of the activated rice husk charcoal and zeolite adsorbent, 1:1, 1:2, 1:3, and 2:1. The data analysis of the Cr(VI) level used solid-phase spectrophotometry (SPS) method. Characterization of activated rice husk charcoal and zeolite used FTIR. The results showed that: (1) a combination of activated rice husk charcoal and zeolite can be used as adsorbent to adsorb Cr(VI) metal ions with the adsorption capacity was 0,28 $\mu\text{g/g}$; (2) the optimum composition of adsorbents was 1:2 with the percentage of absorption was 40,99%; (3) solid-phase spectrophotometry (SPS) is a sensitive method to determine the reduced levels of Cr(VI) in the level of $\mu\text{g/L}$ with the limit of detection (LOD) was 0,021 $\mu\text{g/L}$.

Keywords: adsorption, Cr(VI), activated rice husk charcoal, zeolite, solid-phase spectrophotometry

Pendahuluan

Perkembangan dalam bidang industri saat ini cukup pesat. Namun dalam perkembangannya, limbah yang dihasilkan oleh kegiatan industri sering memberikan dampak buruk. Limbah perairan yang berasal dari berbagai industri seperti industri cat, gelas, pertambangan, pelapisan logam dan baterai mengandung logam berat. Logam berat tersebut tidak dapat terurai secara alami dan keberadaannya di danau maupun sungai menyebabkan logam berat terakumulasi dalam makhluk hidup sehingga dapat menyebabkan beberapa masalah pada hewan, tumbuhan dan manusia [1].

Kromium (Cr) adalah salah satu logam berat yang berasal dari limbah industri baja, tekstil, penyamakan, fotografi, zat pewarna, bahan peledak, korek api, dan mobilisasi bahan bakar. Cr(III) secara alami terjadi di alam, sedangkan Cr(VI) pada umumnya berasal dari proses industri [2]. Cr(III) dan Cr(VI) memiliki perbedaan yang drastis dalam sifat kimia dan aktivitas biokimia [3]. Cr(III) bersifat kurang toksik dibandingkan Cr(VI), tidak bersifat iritatif dan tidak korosif [2]. Cr(III) merupakan logam yang esensial bagi tubuh manusia tapi dapat bersifat toksik dalam dosis tinggi. Cr(III) dibutuhkan dalam metabolisme glukosa, kolesterol dan asam lemak agar dalam keadaan normal. Sedangkan Cr(VI) bersifat sangat toksik bagi manusia dan hewan bahkan bersifat karsinogen [3]. Cr(VI) dapat menyebabkan iritasi pada hidung, mata dan kulit, meningkatkan resiko kanker paru-paru, gangguan pada hati, ginjal, alat pencernaan dan sistem imunitas [2]. *World Health Organization* (WHO) mengatur standar batas maksimum kontaminan kromium dalam air minum adalah sebesar 0,05 mg/L [4].

Mengingat dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh logam kromium khususnya Cr(VI) bagi makhluk hidup dan lingkungan, maka keberadaan logam tersebut perlu diminimalisir bahkan dihilangkan [5]. Adsorpsi merupakan teknik yang efektif dalam pemurnian dan pemisahan yang digunakan di industri terutama dalam perlakuan air dan limbah perairan [6]. Menurut Reynolds dan Paul, metode adsorpsi adalah salah satu metode alternatif yang potensial karena prosesnya yang sederhana, dapat bekerja pada konsentrasi rendah, dapat di daur ulang, dan biaya yang dibutuhkan relatif murah [7].

Menurut Yu, et al (2003), adsorpsi Cr(VI) pada limbah-limbah cair telah banyak dilaporkan menggunakan adsorben seperti, resin sintetik, arang

aktif, sorben dari bahan-bahan organik (biosorben) menggunakan bahan-bahan organik mati, serta sorben dari bahan anorganik seperti zeolit, lempung dan silika [5]. Pengolahan limbah logam berat dapat dilakukan dengan menggunakan arang aktif. Karbon atau arang aktif merupakan karbon yang diberi perlakuan khusus sehingga mempunyai luas permukaan pori yang sangat besar, berkisar 300–2000 m²/g [8].

Salah satu bahan baku dalam membuat arang aktif adalah sekam padi. Sekam padi merupakan limbah pertanian yang cukup banyak dihasilkan yaitu untuk setiap 50 juta ton padi yang diproduksi dihasilkan 13 juta ton sekam padi per tahun dengan pemanfaatan yang masih sangat minimal [9]. Kandungan silika (SiO₂) pada sekam padi cukup tinggi yaitu 87-90% [10].

Selain itu, adsorben lain yang dapat digunakan untuk meminimalisasi adanya limbah logam berat khususnya Cr(VI) adalah zeolit. Zeolit merupakan salah satu mineral yang keberadaannya melimpah namun belum dimanfaatkan secara optimal [11]. Menurut Chetam, zeolit adalah suatu mineral kristal alumina silika tetrahidrat berpori yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi, terbentuk oleh tetrahedral [SiO₄]⁴⁻ dan [AlO₄]⁵⁻ yang saling terhubung oleh atom-atom oksigen sedemikian rupa, sehingga membentuk kerangka tiga dimensi terbuka mengandung rongga-rongga. Di dalam rongga-rongga tersebut terisi oleh ion-ion logam, biasanya adalah logam-logam alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas [12]. Selain itu, zeolit merupakan material yang penting untuk katalis, penukar ion, adsorben dan aplikasi saringan molekuler (*molecular sieve*) [13].

Solid-Phase Spectrophotometry (SPS) adalah salah satu metode analisis dengan menggunakan spektrofotometer sinar UV-vis dalam bentuk fase padat yang menyerap suatu komponen sampel [3]. Metode SPS didasarkan pada pengukuran langsung sampel dari penyerapan cahaya fasa resin penukar ion yang telah menyerap spesies sampel [14]. Keuntungan metode SPS yaitu lebih sensitif daripada metode konvensional yang menggunakan instrumen mahal dan dapat menentukan kadar suatu sampel dalam air sampai kadar µg/L. Pada penelitian sebelumnya tentang penentuan Cr(VI) pada sampel air alam dengan metode SPS diperoleh *Limit of Detection* (LOD) sebesar 0,014 µg/L [3].

Metode Penelitian

Alat dan Bahan. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu unit spektrofotometer sinar UV-vis K-MAC Lab.Junior, spektrofotometer FTIR Shimadzu, *muffle furnace*, oven dan loyang, neraca analitik, labu ukur, gelas beker, erlenmeyer, gelas ukur, pipet volume gelas beaker, gelas ukur, erlenmeyer, corong kaca, pengaduk kaca, kaca arloji, pipet tetes, *aliquotting device* yang dirangkai menggunakan *syringe*, blender, mortar dan alu, ayakan 100 mesh, krus porselin dan *magnetic stirrer*. Bahan-bahan yang digunakan adalah sekam padi, zeolit, larutan standar Cr(VI) 100 mg/L (Wako, Jepang), difenilkarbazida (Wako, Jepang), ZnCl₂, larutan H₂SO₄ (Merck), resin Muromac AG 50W-X₂ H⁺ form 100-200 mesh (Wako, Jepang), akuades, aseton (Merck), kertas saring *Whatman* dan kertas lakmus biru.

Pembuatan adsorben arang aktif sekam padi. Sekam padi dibersihkan dan dicuci dengan menggunakan akuades, lalu dioven pada suhu 105°C selama 24 jam. Selanjutnya sekam padi dipanaskan dalam *muffle furnace* pada suhu 350°C selama 1,5 jam. Arang sekam padi dihaluskan dengan mortar dan alu lalu diayak dengan ayakan 100 mesh. Arang sekam padi direndam dalam larutan ZnCl₂ 10% selama 24 jam. Kemudian dicuci dan disaring hingga pH filtrat netral. Adsorben dioven pada 105°C selama 24 jam.

Pembuatan adsorben zeolit. Zeolit dibersihkan dan dicuci dengan menggunakan akuades, lalu dioven pada suhu 105°C selama 24 jam. Selanjutnya zeolit dihaluskan dengan mortar dan alu lalu diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Zeolit direndam dalam larutan H₂SO₄ 10% selama 24 jam. Kemudian dicuci dan disaring hingga pH filtrat netral. Adsorben dioven pada 105°C selama 24 jam.

Persiapan resin. Resin *Muromac AG 50W-X2 100-200 mesh* dilarutkan dalam sejumlah akuades dan mendiamkannya beberapa saat hingga resin menjadi lebih mengembang.

Pembuatan larutan pengompleks difenilkarbazida (DPC). Larutan DPC dibuat dengan melarutkan 0,25 gram DPC dalam 100 mL aseton.

Pembuatan Kurva Standar Cr(VI). Larutan standar Cr(VI) dibuat dengan konsentrasi 0 µg/L, 2 µg/L, 4 µg/L, 8 µg/L masing-masing 20 ml. Menambahkan 1 mL larutan H₂SO₄ 0,5 M, 1 mL larutan *1,5-diphenylcarbazine* (DPC) dan 0,06 ml resin lalu distirer selama 20 menit. Menganalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm dan 682 nm. Selisih

absorbansi dihitung dengan formula $\Delta A = A_{540 \text{ nm}} - A_{682 \text{ nm}}$, dan diplot sebagai ΔA vs konsentrasi.

Penentuan spesi Cr(VI) dalam limbah cair simulasi. Larutan limbah cair simulasi Cr(VI) disiapkan sebanyak 20 mL dan ditambah 1 mL larutan H₂SO₄ 0,5 M, 1 mL larutan DPC 0,25 % dan 0,06 mL resin lalu distirer selama 20 menit dan dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm dan 682 nm. ΔA yang diperoleh akan disubstitusikan dalam persamaan kurva standar Cr Cr(VI) (ΔA vs konsentrasi), sehingga spesi ion Cr(VI) dalam limbah dapat diketahui.

Penentuan komposisi adsorben optimum dalam penurunan kadar ion Cr(VI). Kombinasi adsorben arang aktif sekam padi dan zeolit masing-masing sebanyak 0,5 gram dengan variasi komposisi adsorben 1:1, 1:2, 1:3, dan 2:1 ditambah dengan limbah cair simulasi Cr(VI) 50 µg/L lalu distirer selama 20 menit. Masing-masing kombinasi lalu disaring dengan kertas saring *whatman*. Kemudian filtrat yang dihasilkan diambil sebanyak 5 mL untuk diencerkan dengan akuades sampai volumenya 50 mL. Selanjutnya, filtrat yang sudah diencerkan diambil sebanyak 20 mL ditambah dengan 1 mL H₂SO₄ 0,5 M, 1 mL larutan DPC 0,25 % dan 0,06 ml resin lalu distirer selama 20 menit kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 540 nm dan 682 nm.

Penentuan batas deteksi. Pada penentuan batas deteksi digunakan metode 3σ (σ = standar deviasi). Larutan blangko berupa akuades sebanyak 5 kali, lalu masing-masing ditambahkan 1 mL H₂SO₄ 0,5 M, 1 mL larutan DPC 0,25 % dan resin sebanyak 0,06 ml lalu distirer selama 20 menit. Kemudian, dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 540 nm dan 682 nm.

Hasil dan Pembahasan

a. Pembuatan adsorben arang aktif sekam padi

Proses pembuatan adsorben arang aktif sekam padi terdiri dari tiga tahap yaitu, tahap dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi. Pada tahap dehidrasi, sekam padi dicuci dengan akuades sampai bersih untuk menghilangkan pengotor. Lalu, pada tahap karbonisasi, sekam padi yang sudah dikeringkan, dipanaskan ke dalam *muffle furnace* pada suhu 350°C selama 1,5 jam. Hasil dari tahap karbonisasi yaitu arang sekam padi yang berwarna hitam. Kemudian, arang sekam padi dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Hasilnya

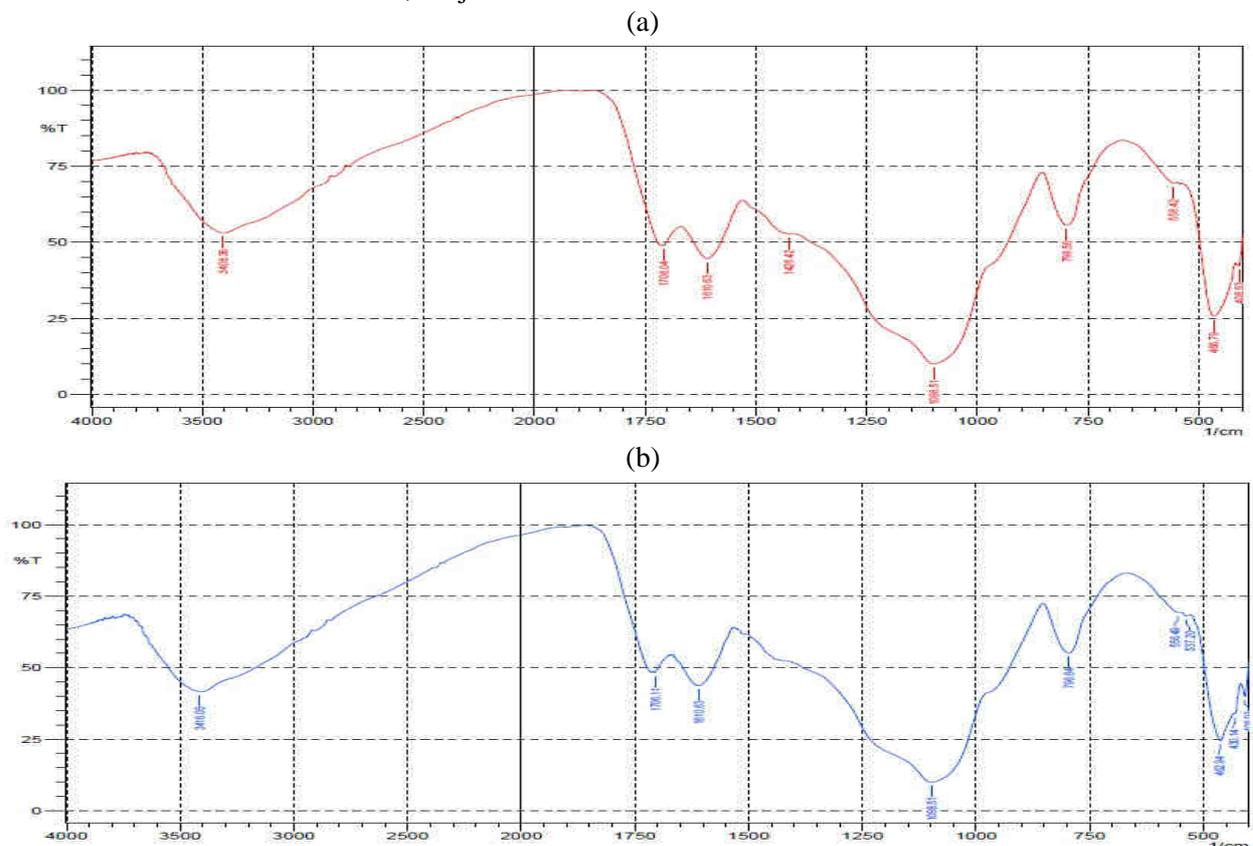
berupa serbuk arang sekam padi berwarna hitam dengan tekstur halus berukuran 100 mesh. Tahapan selanjutnya yaitu aktivasi adsorben arang sekam padi dengan merendam arang sekam padi dalam gelas beker berisi larutan ZnCl_2 10% pada suhu kamar selama 24 jam. Untuk mengetahui perubahan struktur dan gugus fungsi pada adsorben arang aktif sekam padi sebelum dan setelah diaktivasi dilakukan karakterisasi menggunakan instrumen FTIR (Gambar 1).

Sekam padi merupakan kulit atau lapisan terluar padi berwarna kekuningan atau keemasan yang membungkus butir beras. Sekam padi mengandung selulosa yang dapat dikonversi menjadi arang [15]. Selain itu, sekam padi mengandung silika (SiO_2) cukup tinggi yaitu 87-90% [10]. Pembuatan adsorben arang aktif sekam padi terdiri dari tiga tahap yaitu, dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi.

Pada tahap dehidrasi, sekam padi dicuci dengan menggunakan akuades, lalu dioven pada suhu 105°C selama 24 jam. Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air sisa pencucian sekam padi agar sekam padi benar-benar kering. Kemudian, tahap karbonisasi dilakukan dengan memanaskan sekam padi dalam *muffle furnace* pada suhu 350°C selama 1,5 jam untuk

menghasilkan arang sekam padi. Selama proses karbonisasi, unsur-unsur selain karbon seperti hidrogen dan oksigen dibebaskan dalam bentuk gas. Arang sekam padi yang diperoleh dihaluskan dengan mortar dan alu, lalu diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Hasilnya berupa serbuk arang sekam padi berwarna hitam dengan tekstur halus berukuran 100 mesh. Pada tahap aktivasi, arang sekam padi direndam dengan menggunakan larutan ZnCl_2 10% selama 24 jam. Tahap aktivasi bertujuan memperluas permukaan karbon menjadi lebih besar karena hidrokarbon dan zat-zat pengotor lainnya yang menyumbat pori-pori terbebaskan.

Hasil perendaman adsorben dengan larutan aktivator lalu disaring dengan kertas saring Whattman sehingga terbentuk filtrat dan residu. Residu yang dihasilkan kemudian dibilas dengan akuades sampai pH netral. Pengujian dilakukan dengan kertas lakmus biru. Kemudian, mengeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam. Hasil yang diperoleh berupa arang aktif sekam padi berwarna hitam dengan tekstur halus yang kemudian akan dikombinasikan dengan zeolit sebagai adsorben kombinasi ion logam Cr(VI).



Gambar 1. Spektra FTIR Arang Sekam Padi. (a) Sebelum Aktivasi; (b) Setelah Aktivasi

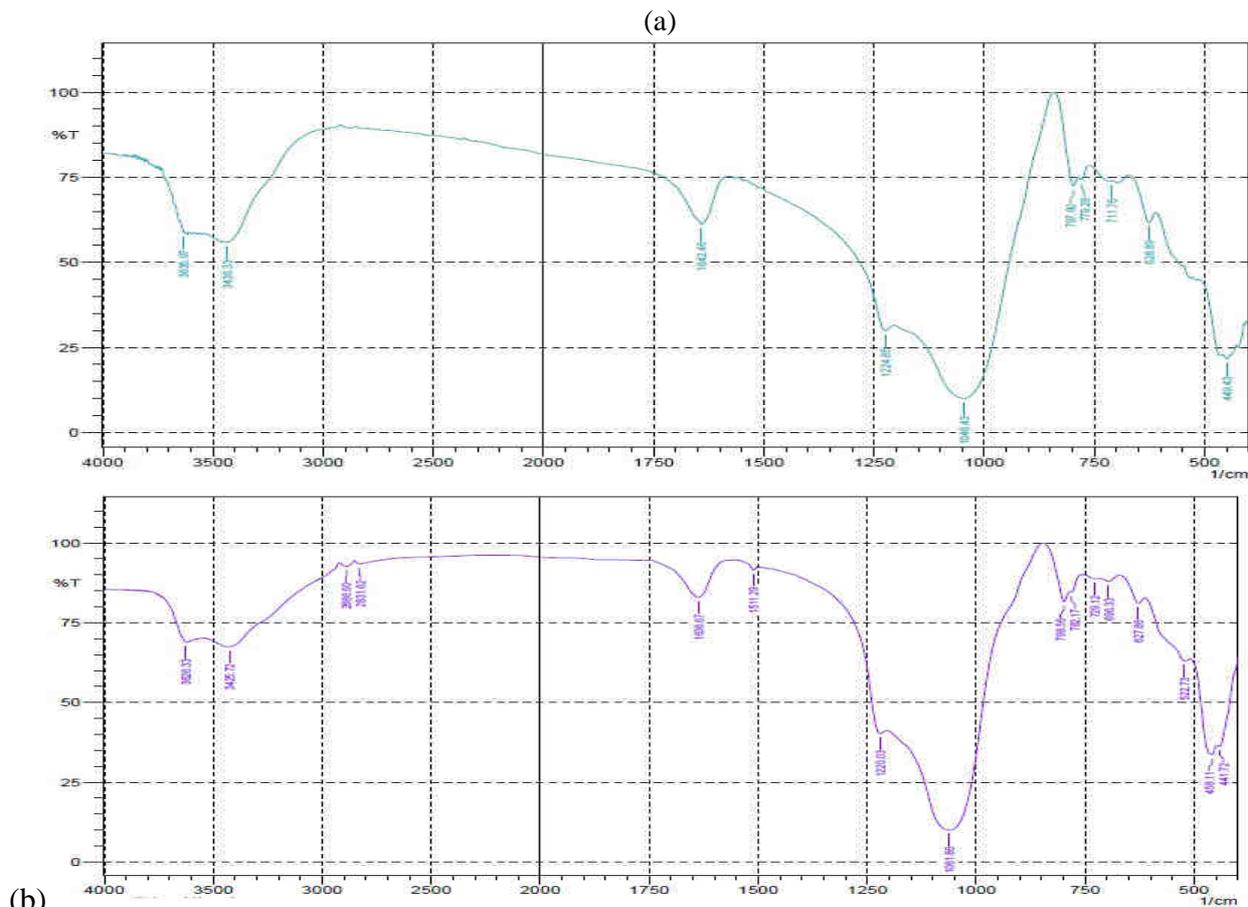
b. Pembuatan adsorben zeolit

Pembuatan zeolit dilakukan dengan cara membersihkan zeolit dengan akuades untuk menghilangkan pengotor. Lalu, zeolit dikeringkan pada oven pada suhu 105 °C selama 24 jam. Zeolit dihaluskan dengan mortar, alu dan blender. Kemudian, diayak dengan ayakan 100 mesh. Hasilnya berupa serbuk zeolit berwarna putih keruh dengan tekstur halus berukuran 100 mesh. Selanjutnya, aktivasi zeolit dengan cara merendam zeolit dengan H₂SO₄ 10% selama 24 jam pada suhu kamar. Untuk mengetahui perubahan struktur dan gugus fungsi pada adsorben zeolit setelah diaktivasi dilakukan karakterisasi menggunakan instrumen FTIR (Gambar 2).

Zeolit adalah suatu mineral ditemukan dalam celah-celah ataupun rekahan batuan akibat dari aktifitas vulkanik yang banyak mengandung silika [16]. Zeolit dibersihkan dengan akuades untuk menghilangkan pengotor. Lalu, zeolit dikeringkan pada suhu 105 °C selama 24 jam agar didapatkan

zeolit dalam keadaan kering. Kemudian, zeolit dihaluskan dengan mortar, alu dan blender serta diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Hasil yang diperoleh berupa serbuk halus zeolit berwarna putih keruh berukuran 100 mesh.

Pada tahap aktivasi, zeolit direndam dengan menggunakan H₂SO₄ 10% selama 24 jam pada suhu kamar. Tahap aktivasi pada zeolit bertujuan memperbesar luas permukaan pori-pori, melarutkan beberapa ion logam yang tidak bermanfaat dan mengganti dengan ion logam yang diinginkan. Kemudian, adsorben yang dihasilkan disaring dengan kertas saring. Residu dibilas dengan akuades hingga filtratnya netral. Zeolit yang telah diaktivasi dikeringkan dalam oven pada suhu pada suhu 105 °C selama 24 jam. Hasil yang diperoleh berupa zeolit berwarna putih susu yang kemudian akan dikombinasikan dengan arang aktif sekam padi sebagai adsorben kombinasi ion logam Cr(VI).

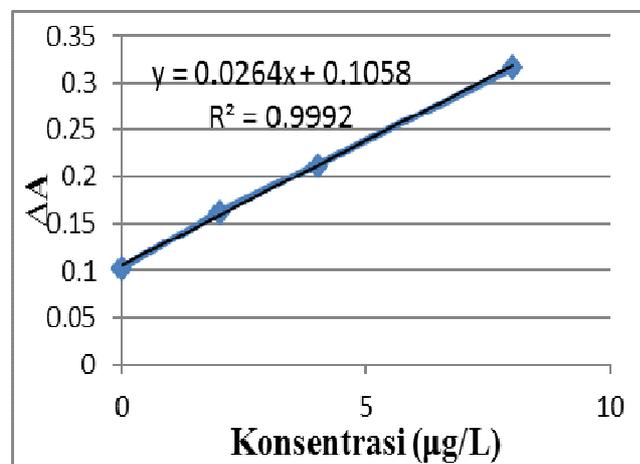


Gambar 2. Spektra FTIR Zeolit. (a) Sebelum Aktivasi; (b) Setelah Aktivasi

Hasil uji FTIR adsorben arang aktif sekam padi sebelum aktivasi diperoleh hasil bahwa terdapat gugus $-OH$ dari $Si-OH$, $C=O$, $C=C$ aromatis, $Si-O$ dari $Si-O-Si$. Pada adsorben arang aktif sekam padi setelah aktivasi, terjadi pergeseran bilangan gelombang tetapi gugus yang ditunjukkan tidak jauh berbeda. Sedangkan hasil uji FTIR adsorben zeolit sebelum aktivasi diperoleh hasil bahwa terdapat gugus $-NH$, $C=O$ dan $Si-O$ dari $Si-O-Si$. Pada adsorben zeolit setelah aktivasi, terjadi pergeseran bilangan gelombang namun gugus yang ditunjukkan tidak jauh berbeda. Adanya pergeseran gugus-gugus pada masing-masing adsorben tersebut menunjukkan bahwa gugus-gugus fungsi tersebut berperan dalam proses aktivasi pada masing-masing adsorben dan adsorpsi terhadap ion logam $Cr(VI)$.

c. Penentuan Kurva Standar $Cr(VI)$

Berdasarkan penelitian diperoleh grafik kurva standar (Gambar 3) dengan persamaan $y = 0,0264x + 0,1058$ di mana y adalah ΔA dan x adalah konsentrasi. Persamaan tersebut digunakan untuk menentukan konsentrasi $Cr(VI)$ yang terkandung dalam limbah cair simulasi.



Gambar 3. Kurva Standar $Cr(VI)$

Tabel 1. Hasil Penentuan Kadar $Cr(VI)$ dalam Limbah Cair Simulasi

Sampel	ΔA	[$Cr(VI)$] ($\mu\text{g/L}$)
Sampel Cr (VI)	0,2422	51,74

d. Penentuan Kurva Standar $Cr(VI)$ dalam limbah cair simulasi

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kadar $Cr(VI)$ dalam limbah cair simulasi sebesar $51,74 \mu\text{g/L}$. *Solid-Phase Spectrophotometry* (SPS) adalah salah satu metode analisis menggunakan spektrofotometer sinar UV-vis dalam bentuk fase padat yang menyerap suatu komponen sampel [3]. Metode SPS didasarkan pada pengukuran langsung sampel dari penyerapan cahaya fasa resin penukar ion yang telah menyerap spesies sampel [14]. Dalam penentuan konsentrasi sampel, sampel yang akan diuji ditambah dengan zat pengompleks kemudian menjadi senyawa kompleks. Kemudian ditambahkan resin untuk menyerap sampel tersebut ke dalamnya sehingga menjadi fase padat. Pada penelitian ini menggunakan *1,5-diphenylcarbazide* (DPC) sebagai larutan pengompleks $Cr(VI)$. $Cr(VI)$ dalam bentuk kompleks ini yang diabsorb oleh resin penukar kation Muromac kemudian dianalisis menggunakan SPS.

Penentuan konsentrasi $Cr(VI)$ dalam limbah simulasi dilakukan dengan membuat kurva standar larutan $Cr(VI)$ pada berbagai variasi konsentrasi yaitu $0 \mu\text{g/L}$, $2 \mu\text{g/L}$, $4 \mu\text{g/L}$, dan $8 \mu\text{g/L}$. Berdasarkan kurva standar diperoleh suatu persamaan yaitu $y = 0,0264x + 0,1058$ di mana y adalah ΔA dan x adalah konsentrasi. Persamaan tersebut digunakan untuk menentukan konsentrasi $Cr(VI)$ yang terkandung dalam limbah cair simulasi dengan cara mensubstitusikan ΔA yang diperoleh ke dalam kurva standar $Cr(VI)$ sehingga konsentrasi $Cr(VI)$ dalam limbah cair simulasi dapat diketahui. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh konsentrasi $Cr(VI)$ dalam sampel adalah sebesar $51,74 \mu\text{g/L}$.

Penentuan LOD dilakukan menggunakan beberapa larutan blangko berupa akuades lalu menentukan standar deviasinya. LOD ditentukan dengan 3σ (σ = standar deviasi) [3]. Berdasarkan penelitian diperoleh batas deteksi atau LOD metode SPS adalah sebesar $0,021 \mu\text{g/L}$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa SPS merupakan metode yang sensitif dalam menganalisis kadar suatu sampel sampai tingkat $\mu\text{g/L}$.

e. Penentuan komposisi optimum adsorben kombinasi arang aktif sekam padi dan zeolit

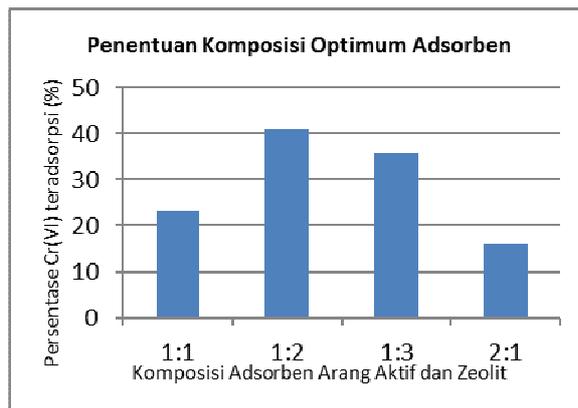
Penentuan komposisi optimum adsorben arang aktif sekam padi dan zeolit dapat dilihat pada Gambar 4. Penentuan komposisi optimum adsorben kombinasi arang aktif sekam padi dan zeolit dilakukan untuk mengetahui komposisi adsorben campuran arang aktif sekam padi dan zeolit yang dibutuhkan untuk menyerap ion logam $Cr(VI)$

secara maksimum sampai terjadi keadaan jenuh. Penentuan komposisi optimum adsorben dilakukan dengan cara mengontakan sampel Cr(VI) dengan masing-masing variasi komposisi adsorben yang digunakan yaitu arang aktif sekam padi dan zeolit 1:1, 1:2, 1:3, dan 2:1.

Berdasarkan hasil analisis penentuan komposisi optimum adsorben (Gambar 4) didapatkan bahwa konsentrasi Cr(VI) yang terserap dari komposisi adsorben 1:1 ke 1:2 mengalami kenaikan, tetapi pada komposisi 1:3 dan 2:1 mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi adsorben dengan jumlah zeolit yang lebih banyak menghasilkan penyerapan ion logam Cr(VI) lebih tinggi daripada komposisi dengan jumlah arang aktif yang lebih banyak. Hal tersebut disebabkan struktur zeolit yang berongga mengakibatkan kation atau molekul berukuran lebih kecil atau sama dengan rongga dapat masuk dan terjebak. Selain itu, zeolit dapat mempertukarkan ion. Kation tersebut dapat bergerak bebas di dalam rongga dan dapat dipertukarkan dengan kation logam lain dengan jumlah yang sama. Sedangkan karbon mempunyai sifat sebagai adsorben yang dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau dengan kata lain sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan [16].

Pada penelitian ini, komposisi optimum adsorben dalam menyerap ion logam Cr(VI) adalah 1:2. Hal tersebut dikarenakan pada komposisi adsorben campuran arang aktif sekam padi dan zeolit tersebut terjadi kesetimbangan antara adsorben dan adsorbat sehingga dapat menyerap ion logam Cr(VI) dengan persentase tertinggi. Berdasarkan data yang diperoleh, komposisi adsorben 1:2 memiliki persentase penyerapan lebih tinggi daripada 1:3, hal tersebut dimungkinkan terjadi karena situs aktif dalam jumlah besar membutuhkan waktu kesetimbangan yang lebih lama sehingga memengaruhi daya serap adsorben terhadap ion logam Cr(VI).

Berdasarkan hasil analisis tersebut, diperoleh bahwa komposisi optimum adsorben untuk menyerap ion logam Cr(VI) adalah 1:2. Pada komposisi 1:2 dapat menurunkan ion logam Cr(VI) sebesar 21,21 $\mu\text{g/L}$ dengan persentase penyerapan sebesar 40,99%. Adsorben kombinasi arang aktif sekam padi dan zeolit dapat digunakan sebagai adsorben ion logam Cr(VI) dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,28 $\mu\text{g/g}$.



Gambar 4. Komposisi adsorben terhadap Cr(VI)

f. Penentuan batas deteksi

Penentuan LOD dilakukan dengan cara menguji beberapa larutan blangko berupa akuades. Kemudian menghitung standar deviasinya, LOD dihitung dengan cara 3σ (σ = standar deviasi) [3]. LOD yang diperoleh adalah sebesar 0,021 $\mu\text{g/L}$.

Simpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi arang aktif sekam padi dan zeolit dapat digunakan sebagai adsorben dalam mengadsorpsi ion logam Cr(VI) dengan kapasitas adsorpsi 0,28 $\mu\text{g/g}$; terdapat pengaruh komposisi terhadap adsorben kombinasi arang aktif sekam padi dan zeolit untuk mengadsorpsi ion logam Cr(VI) dalam sampel, komposisi adsorben optimum adalah 1:2 dengan persentase penyerapan sebesar 40,99%; dan metode *solid-phase spectrophotometry* (SPS) merupakan metode yang sensitif untuk analisis penurunan kadar ion Cr(VI) hasil adsorpsi adsorben kombinasi arang aktif sekam padi dan zeolit dalam tingkat $\mu\text{g/L}$ dengan *Limit of Detection* (LOD) sebesar 0,021 $\mu\text{g/L}$.

Pustaka

- [1] Bernard, E., Jimoh, A., & Odigire, J.O. (2013). Heavy Metals Removal from Industrial Wastewater by Activated Carbon Prepared from Coconut Shell. *Research Journal of Chemical Sciences*, 3 (8), 3-9
- [2] Widowati, W., Sastiono, A., & Jusuf, R. (2008). *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta: Andi.
- [3] Saputro, S., et al. (2009). Improved Solid-phase Spectrophotometry for the Microdetermination of Chromium(VI) in

- Natural Water. *Analytical Sciences*, 25, 1445-1450
- [4] Heydari (2013). Adsorption of Chromium Ions from Aqueous Solution by Carbon Adsorbent. *International Journal of Environmental, Ecological, Geological and Marine Engineering*, 7 (12), 632-635
- [5] Giri, H.P.D., Sudiarta, I.W., & Asih, I.A.R.A. (2014). Optimasi Adsorpsi Cr(VI) pada Silika Gel dari Abu Sekam Padi Termodifikasi Difenilkarbazida (Si-DPZida). *Jurnal Kimia* 8 (2), 198-204
- [6] Singh, S.R. & Singh, A.P. (2012). Treatment of Water Containing Chromium (VI) Using Rice Husk Carbon As a New Low Cost Adsorbent. *International Journal of Environmental Research*, 6 (4), 917-924
- [7] Suminten, N.K., Sudiarta, I.W., & Simpen, I.N. (2014). Adsorpsi Ion Logam Cr(III) pada Silika Gel dari Abu Sekam Padi Termodifikasi Ligan Difenilkarbazon (Si-DPZon). *Jurnal Kimia*, 8 (2), 231-236
- [8] Danarto, Y.C. & Samun, T. (2008). Pengaruh Aktivasi Karbon dari Sekam Padi pada Proses Adsorpsi Logam Cr(VI). *Ekuilibrium*, 7 (1), 13-16
- [9] Purwaningsih, D. (2009). Adsorpsi Multi Logam Ag(I), Cr(III), Cu(II) dan Ni(II) pada Hibrida Etilendiaminosilika dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Penelitian Saintek*, 14 (1), 59-76
- [10] Zulti, F., Dahlan, K., & Sugita, P. (2012). Adsorption of Waste Metal Cr(VI) with Composite Membranes (Chitosan-Silica Rice Husks). *Makara Journal of Science*, 16 (3), 163-168
- [11] Sani, A., Rosita, A., & Rakhmawaty, D. (2009). Pembuatan Fotokatalis TiO₂-Zeolit Alam Asal Tasikmalaya untuk Fotodegradasi Metylene Blue. *Jurnal Zeolit Indonesia*, 8 (1), 6-14
- [12] Lestari, D.Y. (2010). Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*. FMIPA. UNY
- [13] Jumaeri (2009). Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Temperatur pada Sintesis Zeolit dari Abu Layang secara Alkali Hidrotermal. *Jurnal Zeolit Indonesia*, 8 (1), 22-32
- [14] Yoshimura, K. & Waki, H. (1985). Ion-Exchanger Phase Absorptiometry for Trace Analysis. *Talanta*, 32 (5), 245-352
- [15] Siahaan, S., Hutapea, M., & Hasibuan, R. (2013). Penentuan Kondisi Optimum Suhu dan Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Arang dari Sekam Padi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2 (1), 26-30
- [16] Nugroho, W. & Purwoto, S. (2013). Removal Klorida, TDS dan Besi pada Air Payau melalui Penukar Ion dan Filtrasi Campuran Zeolit Aktif dengan Karbon Aktif. *Jurnal Teknik WAKTU*, 11 (1), 47-59