

PEMANFAATAN LIMBAH LUMPUR INDUSTRI CRUMB RUBBER SEBAGAI ADSORBEN ION Cr(VI) YANG DIAKTIVASI DENGAN H₃PO₄

Resti Hariyani¹, Salmariza Sy², Mawardi³

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang, Indonesia

¹restihariyani@rocketmail.com, ²rizasalma@gmail.com, ³mawardi@fmipa.unp.ac.id

Abstract — Utilization of sludge waste from wastewater treatment system using active sludge systems of Crumb Rubber Industry PT. Teluk Luas Lubuk Begalung Padang to be activated carbon that was activated by H₃PO₄ as adsorbent of ions Cr (VI) has been done. Characterization of activated carbon was conducted according to SNI 06-3730-1995, including the determination of iodine absorption, moisture content, and the amount of carbon bound. Besides, this research was also conducted using batch system treatment to activated carbon and inactivated carbon, including pH, contact time, and initial concentration of solution. The equation of Langmuir Isotherm was used to determine maximum capacity of activated carbon adsorption to Cr (VI). Results showed that the absorption of iodine was 48,26%, moisture content was 0.14%, and carbon bound was 24,925%. The optimum pH, the contact time and optimum concentration respectively was pH3, 60 minutes and 50 mg/L for an activated carbon adsorbent and pH2, 120 minutes and 50 mg/L for inactivated carbon adsorbent. The activator influenced to the adsorption of Cr(VI). The determination of the optimum adsorption for activated carbon adsorbent was 1,11 and 1,99 mg/g, meanwhile for inactivated carbon, it was 0,08 and 1,16 mg/g.

Keywords — Adsorption, activated sludge, crumb rubber, metal ions Cr (VI), activated carbon, H₃PO₄, the langmuir isotherm

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki perkebunan karet yang cukup luas, dimana pengolahan tanaman karet ini memiliki peranan yang penting dalam dunia industri. Di Kota Padang banyak industri yang bergerak dalam pengolahan karet, salah satunya adalah PT. Kilang Lima Gunung Lubuk Begalung yang bergerak dalam bidang industri pengolahan karet menjadi bahan setengah jadi. Dalam pengolahan karet menjadi produk setengah jadi, juga dihasilkan limbah yang jika tidak ditanggulangi akan membawa dampak yang negatif bagi lingkungan sekitar. Oleh karena itu, industri ini harus memiliki sistem pengolahan limbah. Limbah yang menjadi masalah di pabrik biasanya berupa limbah cair. Kandungan limbah cair industri karet mengandung senyawa organik antara lain dalam bentuk senyawa karbon, nitrogen, air cucian lateks, protein, lipid, dan karoten[1].

Pada sistem pengolahan limbah cair umumnya dilakukan dengan menggunakan lumpur aktif. Proses lumpur aktif ini terjadi dalam keadaan aerob dengan menggunakan lumpur aktif. Lumpur aktif adalah endapan lumpur dari tangki aerasi yang mengandung mikroorganisme[2]. Mikroorganisme di

dalam sistem akan terus bertambah, maka untuk menjaga agar konsentrasinya tetap sama atau sesuai dengan desain, dilakukan pembuangan secara berkala atau kontinu dari bak sedimentasi. Selanjutnya lumpur aktif tersebut disaring dan dikeringkan dalam bentuk padatan sebagai limbah padat[2]. Limbah padat ini apabila dibiarkan menumpuk maka pabrik akan kewalahan menyediakan area yang luas untuk menampung dan menimbun limbah ini. Kondisi seperti ini juga akan mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan. Untuk mengatasi masalah ini, maka limbah padat ini dapat didaur ulang dengan cara mengubahnya menjadi karbon aktif.

Karbon aktif ini dapat dibuat melalui dua tahap, yaitu tahap karbonasi dan aktivasi [3]. Metode aktivasi yang umum digunakan dalam pembuatan karbon aktif dibagi menjadi dua yaitu aktivasi fisika dan kimia [4]. Aktivasi fisika dapat didefinisikan sebagai proses memperluas pori dari karbon aktif dengan bantuan panas, uap dan gas CO₂. Sedangkan aktivasi kimia merupakan aktivasi dengan pemakaian bahan kimia yang dinamakan aktivator. Aktivator yang sering digunakan dalam bentuk garam jenuh, seperti MgCl₂, ZnCl₂, CaCl₂, dll dan asam atau basa seperti H₃PO₄, H₂SO₄, NaOH, dll[5].

Pada tahap pembuatan ini menggunakan aktivasi kimia. Disini menggunakan aktivator H₃PO₄ 10% untuk memperluas pori dari karbon aktif. Penelitian terdahulu juga menggunakan aktivator H₃PO₄, yaitu mengenai "Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Arang", konsentrasi aktivator divariasikan 1, 3, 5, 7 dan 9% didapatkan kondisi optimum

Corresponding Author :

Mawardi, Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Padang State University, Padang, West Sumatera, Indonesia



mawardianwar@yahoo.com

pada konsentrasi 9%[5]. Sedangkan penelitian lainnya mengenai “Karakteristik Arang Aktif Tempurung Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn)”, konsentrasi aktivator divariasikan 0, 5, dan 10%, disini didapatkan kondisi optimum pada konsentrasi 10% yang menghasilkan kualitas arang aktif yang sesuai dengan SNI 06-3730-1995[6].

Karakteristik karbon aktif yang dibuat mempunyai persyaratan mutu yang harus dipenuhi sesuai dengan SNI 06-3730-1995 maka sebelum karbon aktif ini digunakan sebagai adsorben, terlebih dahulu dilakukan analisa dari karakterisasi karbon aktif. Karbon aktif yang dibuat ini dapat dimanfaatkan sebagai adsorben untuk menyerap salah satu logam berat yang merupakan sumber polusi dan perlu dihilangkan yaitu logam Cr(VI). Logam Cr(VI) termasuk ke dalam senyawa kulit berat yang dikenal memiliki daya racun yang tinggi dibandingkan logam Cr(III). Logam Cr(VI) diperoleh dari limbah cair, baik limbah dari industri maupun dari limbah dari laboratorium. Pemanfaatan logam ini banyak digunakan dalam industri elektroplating, penyamakan kulit, pendingin air, pulp, serta proses pemurnian bijih dan petroleum. Menurut Surat keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, baku mutu limbah yang boleh dialirkan ke air permukaan untuk Cr(VI) sebesar 0,05-1 mg/L dan untuk Cr (total) sebesar 0,1-2 mg/L[7]. Oleh karena itu kandungan logam berat khususnya Cr dalam limbah industri yang melebihi ambang batas harus diminimalkan sebelum dibuang ke lingkungan.

Berdasarkan uraian diatas maka dalam penelitian ini akan dipelajari kondisi optimum dalam mengadsorpsi ion Cr(VI) dengan melihat pengaruh variasi pH, waktu kontak, dan konsentrasi awal ion Cr. Untuk melihat jumlah logam Cr yang terserap oleh adsorben, maka dianalisa dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dan ditentukan kapasitas adsorpsi maksimumnya terhadap ion Cr(VI) menggunakan persamaan isotherm adsorpsi Langmuir.

Penelitian lainnya, juga telah melakukan “Pemanfaatan Limbah Lumpur Proses Activated Sludge Industri Crumb Rubber sebagai Adsorben”, dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa limbah lumpur proses activated sludge industri crumb rubber dapat dijadikan adsorben. Adsorben yang dihasilkan mempunyai daya serap yang tinggi, bahkan sampai 100% dalam menyerap logam Cr yang terdapat dalam air limbah analisa COD laboratorium pada adsorben yang dipirolisis dengan massa 10 gram. Disini juga dibuktikan bahwa adsorben dengan perlakuan pirolisis dan aktivasi menggunakan NaOH 10% mempunyai daya serap yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa pirolisis dan aktivasi[8].

II. METODE

A. Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan adalah peralatan gelas (pyrex), neraca analitis, muffle Furnace Thermoline-6000, desikator, oven, ayakan test siever merek Retsch 5657 Haun W. Germany No.60 mesh dan No.80 mesh, shaker merek Adjustable Reciprocating Orbital Shaker (AROS)-160TM, pH

meter, Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) merk AAS GBC 932 AA dan kertas saring Whatman 42.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah padat proses activated sludge (WAS) dari sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dari Industri Crumb Rubber PT. Kilang Lima Gunung, H₃PO₄ 10%, HNO₃, K₂Cr₂O₇, HCl, AgNO₃, Na₂S₂O₃.5H₂O, Kalium Iodida, I₂, larutan amilum, dan aquades.

B. Preparasi Sampel

Limbah padat berupa lumpur sisa pengolahan limbah cair diambil dari pabrik *crumb rubber* (PT. Kilang Lima Gunung Lubuk Begalung Padang). Sampel dikeringkan dengan oven pada suhu 110 °C selama 24 jam. Kemudian dihaluskan dan diayak menggunakan *test siever* no 60 mesh dan tertahan pada 80 mesh. Lalu ditimbang sebanyak 200 gram dan dilakukan karbonisasi dalam *muffle Furnace Thermoline 6000* pada suhu 600 °C selama 1 jam sampai terbentuk karbon/ arang. Dinginkan furnace dan keluarkan sampel. Karbon yang telah terbentuk ditimbang kembali.

Selanjutnya diaktivasi secara kimia dengan H₃PO₄ dengan perlakuan pengadukan dengan *magnetic stirrer* pada suhu 85 °C selama 7 jam. Lalu dibilas dengan larutan HCl 1,2 M dan aquades sampai pH netral dan bebas dari Cl. Untuk memastikan karbon bebas dari Cl ditambahkan AgNO₃ 1M sampai tidak terdapat endapan putih. Karbon bebas klorida selanjutnya dikeringkan di dalam oven pada suhu 105 °C selama 24 jam. Lalu didinginkan di dalam desikator selama 30 menit. Setelah terbentuk karbon aktif dilakukan karakterisasi dari karbon aktif meliputi : serapan karbon aktif terhadap iodin, kadar air dan persen karbon terikat. Selanjutnya sampel siap digunakan sebagai adsorben[9].

C. Karakterisasi Karbon Aktif

1. Penentuan Daya serap (adsorpsi) terhadap Iodine (I₂) SNI 06-3730-1995

Ditimbang kurang lebih 0,2 gram karbon aktif dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 40 ml larutan I₂ yang terlarut dalam KI dan dilakukan pengadukan dengan magnetik stirer selama 4 menit. Selanjutnya disaring dan diambil 10 ml filtratnya, kemudian dititrasi dengan larutan standar Na₂S₂O₃ 0.05 N, sebagai indikator digunakan larutan amilum 1%, volume pentiter yang digunakan dicatat. Untuk menentukan konsentrasi larutan I₂ mula-mula digunakan larutan blanko dengan cara yang sama. Titrasi dilakukan sebanyak tiga kali. Daya serap terhadap I₂ dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Daya serap} = \frac{(a-b) \times 0.05 \text{ N} \times 127 \times 40 \text{ mL}}{\text{mk} \times 1000 \times 5} \times 100 \%$$

dengan : mk = massa karbon (gram)

a = volume Na₂S₂O₃ awal

b = volume Na₂S₂O₃ akhir

127= berat atom iodium

Daya serap I₂ = Konsentrasi I₂ mula-mula – konsentrasi I₂ dalam filtrat.

2. Kadar air SNI 06-3730-1995

Gelas arloji dibersihkan, dipanaskan dalam oven selama 10 menit dengan suhu 110°C didinginkan dalam desikator. Setelah dingin ditimbang hingga konstan. Karbon aktif dimasukkan dalam gelas arloji kemudian ditimbang. Setelah itu dimasukkan ke oven dengan suhu 110°C selama 3 jam. Lalu didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang.

Kadar air dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{(\text{massa mula-mula}) - (\text{massa bebas air})}{\text{massa mula-mula}} \times 100 \%$$

3. Persen Karbon Terikat SNI 06-3730-1995

Karbon aktif ditimbang untuk diketahui

beratnya : Persen hasil =

$$\frac{\text{Massa karbon hasil pirolisis} - \text{Massa abu}}{\text{Massa limbah padat bebas air}} \times 100 \%$$

D. Analisis kandungan logam

Penentuan penyerapan karbon aktif terhadap konsentrasi logam Cr(VI), dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merek AAS GBC 932 AA, dengan bahan bakar udara-asetilen pada panjang gelombang 357,5 nm dan 428,9 nm. Jumlah ion yang terserap oleh adsorben adalah selisih antara konsentrasi ion saat setimbang (dalam filtrat) dengan konsentrasi ion sebenarnya. Jumlah logam yang terserap dinyatakan sebagai berat (mg) logam yang terserap per berat (g) adsorben yang digunakan[10].

E. Perlakuan penelitian dengan sistem batch

1. Pengaruh pH optimum : Ditimbang adsorben sebanyak 1 gram dengan ukuran partikel ≤ 60 mesh. Lalu ditambahkan 50 mL larutan ion logam dengan konsentrasi 10 mg/L dan variasi pH 1, 2, 3, 4, dan 5. Kemudian dishaker dengan waktu kontak 30 menit dengan kecepatan putaran 180 rpm. Setelah itu disaring dan filtrat yang dihasilkan ditampung dan diukur dengan SSA. Hal yang sama juga dilakukan untuk adsorben tanpa aktivasi.
2. Pengaruh waktu kontak optimum : Ditimbang adsorben sebanyak 1 gram dengan ukuran partikel ≤ 60 mesh. Lalu ditambahkan 50 mL larutan ion logam dengan konsentrasi 10 mg/L dan pH optimum yang diperoleh dari langkah (a). Kemudian dishaker dengan variasi waktu kontak yaitu : 30, 60, 120, dan 180 menit dengan kecepatan putaran 180 rpm. Setelah itu disaring dan filtrat yang dihasilkan ditampung dan diukur dengan SSA. Hal yang sama juga dilakukan untuk adsorben tanpa aktivasi.
3. Penentuan kondisi optimum konsentrasi awal ion Cr(VI) : Ditimbang adsorben 1 gram dengan ukuran partikel ≤ 60 mesh. Lalu ditambahkan 50 mL larutan ion logam Cr(VI) dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40, 50, 60, dan 70 mg/L dengan pH optimum yang diperoleh pada langkah (a). Kemudian dishaker selama waktu kontak optimum yang diperoleh pada langkah (b) dengan kecepatan putaran 180 rpm. Setelah itu

disaring dan filtrat yang dihasilkan ditampung dan diukur dengan SSA. Hal yang sama juga dilakukan untuk adsorben tanpa aktivasi.

F. Teknik Analisis data

Konsentrasi masing-masing logam saat setimbang dan konsentrasi mula-mula ditentukan secara Spektrofotometri Serapan Atom. Banyaknya ion Cr (VI) yang teradsorpsi (mg) per gram adsorben (karbon aktif, tanpa aktivasi) ditentukan dengan menggunakan persamaan[11]:

$$W = \frac{(C_0 - C_e) \times V}{W_a}$$

Dimana, W = jumlah zat yang teradsorpsi (mg/g), C_0 = konsentrasi Cr(VI) awal (ppm), C_e = konsentrasi Cr(VI) akhir (ppm), W_a = berat adsorben (gram) dan V = Volume larutan (mL)

Jumlah serapan maksimum karbon aktif ditentukan dengan persamaan Isoterm Adsorpsi Langmuir yang dapat dituliskan sebagai berikut[12]:

$$\frac{C}{m} = \frac{1}{bK} + \frac{1}{b}C$$

C adalah konsentrasi kesetimbangan, m adalah jumlah zat yang teradsorpsi per gram adsorben (mg/g), b adalah kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g) dan K adalah tetapan kesetimbangan (afinitas serapan). Bila data yang diperoleh memenuhi persamaan tersebut di atas, maka plot C/m terhadap C akan menghasilkan garis lurus dengan slope 1/b dan intersep 1/bK.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi Karbon aktif

1. Penentuan Daya serap (adsorpsi) terhadap Iodine (I_2)

Dari hasil penelitian daya serap terhadap iodin adalah 48,26 %, ini menunjukkan bahwa karbon aktif yang diaktivasi dengan H_3PO_4 memenuhi SNI 06-3730-1995 yaitu minimal 20%. Daya serap karbon aktif terhadap larutan iodin mengindikasikan kemampuan karbon aktif untuk mengadsorpsi komponen dengan berat molekul rendah. Karbon aktif dengan kemampuan menyerap iodinnya tinggi berarti memiliki luas permukaan yang lebih besar dan memiliki struktur mikro dan mesoporous yang lebih besar[13].

Peningkatan daya serap memperlihatkan bahwa atom karbon yang membentuk kristalit heksagonal makin banyak sehingga celah atau pori yang terbentuk diantara lapisan kristalit juga makin besar. Hasil ini sesuai dengan Yue et al (2003) dalam[14] yang menyimpulkan bahwa adanya senyawa P_2O_5 hasil dekomposisi H_3PO_4 yang terperangkap dalam karbon akan menimbulkan struktur mikropori dan mesopori pada struktur bagian dalam. Dimana akan menghasilkan struktur mesopori yang mempunyai luas permukaan dan volume pori yang besar [14].

2. Kadar Air

Kadar air karbon aktif yang diaktivasi menggunakan H_3PO_4 yang dihasilkan yaitu 0,14 %. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif ini memenuhi syarat mutu SNI 06-3730-1995 yaitu kurang dari 20%. Rendahnya kadar air ini menunjukkan bahwa kandungan air bebas dan air terikat yang terdapat dalam bahan telah menguap selama proses karbonisasi.

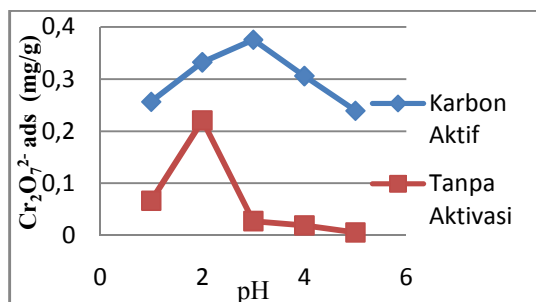
Kadar air karbon aktif dipengaruhi oleh sifat higroskopis karbon aktif, jumlah uap air di udara, lama proses pendinginan, penggilingan dan pengayakan[15]. Seperti diketahui bahwa preparasi sampel karbon aktif berupa penghalusan dan pengayakannya dilakukan pada ruang terbuka.

3. Persen Karbon Terikat

Penentuan persen karbon terikat yang dihasilkan dihitung dengan melihat selisih antara massa karbon hasil pirolisis dengan massa abu dibagi massa limbah bebas air dikali 100%. Hasil penelitian yang didapat adalah 24,925%. Rendahnya karbon terikat disebabkan oleh kandungan karbon pada sampel rendah. Tetapi tetap dijadikan untuk karbon aktif dengan aktivator H_3PO_4 10%. Setelah dijadikan sebagai karbon aktif terlihat bagaimana penyerapan karbon aktif terhadap larutan Cr(VI) dengan melihat kondisi optimum pada pH, waktu kontak, dan konsentrasi.

B. Perlakuan Penelitian dengan Sistem Batch

1. Penentuan pH optimum



Gambar 6. Pengaruh pH larutan Cr(VI) terhadap Serapan Karbon Aktif dan Tanpa Aktivasi (1 g adsorben, 50 mL larutan Cr(VI) 10 mg/L)

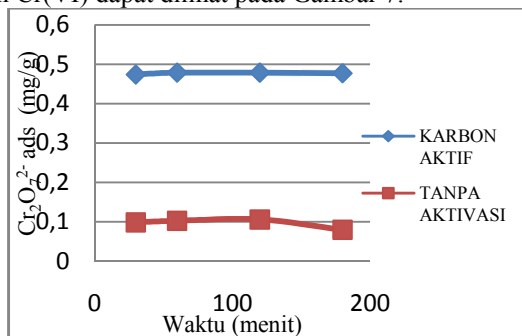
Dari gambar diatas terlihat pH mempengaruhi adsorpsi terhadap larutan Cr(VI). Disana juga terlihat perbedaan pengaruh pH antara karbon aktif dan tanpa aktivasi. pH optimum untuk karbon aktif yaitu 3 dengan persentase penyerapan 99,03%, sedangkan tanpa aktivasi pH optimum pada pH 2 dengan persentase penyerapan 78,28%. Disini terbukti bahwa aktivator mempengaruhi penyerapan terhadap larutan Cr(VI). Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya[8] yang mendapatkan nilai pH optimum pada uji coba pemanfaatan limbah padat lumpur aktif tanpa diaktivasi berada pada rentang pH 2 sampai 6 dengan nilai maksimum pada pH 3. Sedangkan untuk sampel tanpa aktivasi permukaan sel berada dalam keadaan paling aktif berada pada pH 2.

Kemampuan penyerapan suatu adsorben dapat dipengaruhi oleh pH larutan. Hal ini berhubungan dengan protonasi atau

deprotonasi permukaan sisi aktif dari adsorben[16]. Dari gambar terlihat peningkatan yang cukup tajam hingga pH 3, ini terlihat dari daya serap mencapai 99,03%. Ini disebabkan karena pada pH 3 permukaan sisi aktif terjadi protonasi, sehingga daya serap tinggi. Setelahnya terjadi penurunan yang tidak signifikan, hal ini disebabkan karena adanya kompetisi antara ion Cr(VI) dengan ion OH^- membentuk endapan hidroksida sehingga kapasitas penyerapannya sukar untuk ditentukan[17].

2. Penentuan Waktu Kontak Optimum

Waktu kontak yang cukup diperlukan karbon aktif agar dapat mengadsorpsi logam secara optimal. Semakin lama waktu kontak, maka semakin banyak logam yang teradsorpsi karena semakin banyak kesempatan partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan logam. Hal ini menyebabkan semakin banyak logam yang terikat didalam pori-pori karbon aktif. Tetapi apabila adsorbennya sudah jenuh, waktu kontak tidak lagi berpengaruh[18]. Pengaruh waktu kontak terhadap larutan Cr(VI) dapat dilihat pada Gambar 7.

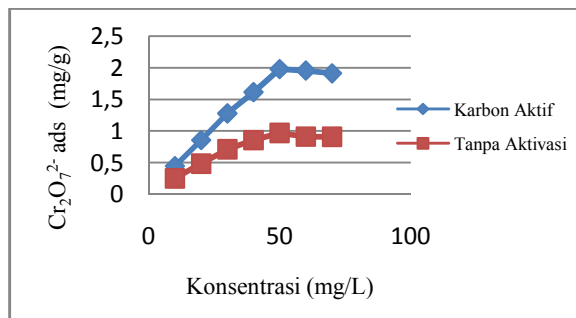


Gambar 7. Pengaruh waktu kontak larutan Cr(VI) terhadap Serapan Karbon Aktif dan tanpa aktivasi (1 g Karbon Aktif, 50 mL larutan Cr(VI) 10 mg/L)

Dari gambar diatas terlihat bahwa jumlah Cr(VI) yang terserap oleh karbon aktif optimum pada waktu kontak 60 menit. Cr(VI) yang terserap adalah 0,4786 mg/g dengan persentase penyerapan 99,34%. Sedangkan untuk sampel tanpa aktivasi jumlah Cr(VI) yang terserap optimum pada waktu kontak 120 menit. Cr(VI) yang terserap adalah 0,106 mg/g dengan persentase penyerapan 21,82%. Disini juga terbukti bahwa aktivator mempengaruhi penyerapan. Waktu kontak antara Cr dengan karbon aktif memberikan hasil yang bervariasi bergantung pada asal arang aktif dan caratreatmennya seperti penelitian Okparanna dan Ayotamuno (2008) dalam[18], adsorpsi bejalan cepat yaitu 10 menit dan Tanguank (2009) dalam[18] penyerapan optimum berada pada waktu 60 menit.

3. Penentuan kondisi optimum konsentrasi awal ion Cr(VI)

Setelah didapat pH optimum dan waktu kontak optimum, maka dilakukan variasi konsentrasi ion Cr(VI) antara 10 mg/L, 20 mg/L, 30 mg/L, 40 mg/L, 50 mg/L, 60 mg/L, dan 70 mg/L. Hasil pengujian pengaruh variasi konsentrasi logam Cr(VI) untuk sampel karbon aktif dan sampel tanpa aktivasi ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh konsentrasi larutan Cr(VI) terhadap Serapan Karbon Aktif dan Tanpa Aktivasi (1 g adsorben, 50 mL larutan Cr(VI) 10 mg/L)

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa konsentrasi mempengaruhi proses penyerapan terhadap logam Cr(VI). Dari data tersebut terlihat pada kedua adsorben terjadi kenaikan yang cukup tajam hingga mencapai konsentrasi 50 mg/L, setelah itu menurun hingga konsentrasi 70 mg/L. Penyerapan optimum terjadi pada konsentrasi 50 mg/L dengan masing-masing daya serap 1.979 mg/g untuk karbon aktif dan 0.969 mg/g untuk tanpa aktivasi. Disini juga terlihat bahwa aktivator mempengaruhi daya serap terhadap larutan ion Cr(VI).

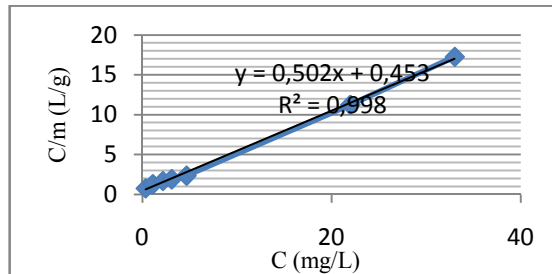
Pada saat penyerapan telah mencapai kondisi optimum, maka peningkatan konsentrasi berikutnya relatif tidak lagi meningkatkan kapasitas serapan karbon aktif, karena sisi aktif pada permukaan karbon aktif telah jenuh oleh Cr(VI) dan telah mencapai kesetimbangan dalam sistem. Secara teoritis, jumlah zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben merupakan proses kesetimbangan, sebab laju peristiwa adsorpsi disertai dengan terjadinya desorpsi. Pada awal reaksi, peristiwa adsorpsi lebih dominan dibandingkan dengan peristiwa desorpsi, sehingga adsorpsi berlangsung cepat. Pada waktu tertentu peristiwa adsorpsi cenderung berlangsung lambat dan sebaliknya laju desorpsi cenderung meningkat, sehingga peningkatan kapasitas serapan adsorben Karbon Aktif relatif tidak terjadi lagi [12].

C. Penentuan Kapasitas Serapan Maksimum logam Cr(VI) oleh Adsorben

Pengukuran kadar Cr(VI) yang terserap dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), yaitu dengan mengukur konsentrasi Cr(VI) sebelum dan sesudah dikontak dengan logam Cr(VI). Untuk menentukan kapasitas adsorpsi maksimum logam Cr(VI) oleh karbon aktif dan tanpa aktivasi maka dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan adsorpsi isoterm Langmuir. Bila data yang diperoleh memenuhi persamaan Langmuir, maka plot C/m terhadap C akan menghasilkan garis lurus seperti pada Gambar 9.

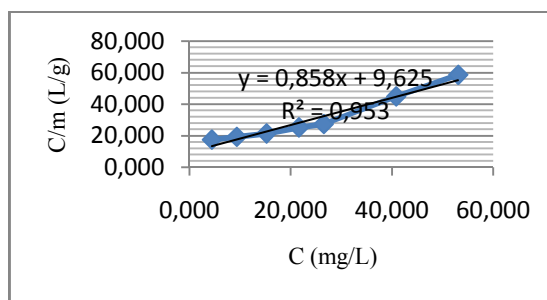
Disimpulkan bahwa adsorpsi Cr(VI) oleh karbon aktif dan sampel tanpa aktivasi memenuhi persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dengan koefisien korelasi (R^2) mendekati 1, sehingga konstanta afinitas serapan (K) dan kapasitas serapan maksimum (b) dapat ditentukan dengan slope $1/b$ dan intersep $1/bK$. Nilai K, dan b yang diperoleh untuk ion Cr(VI) pada karbon aktif berturut-turut adalah 1,11 dan 1,99 mg/g.

Sedangkan untuk adsorben tanpa aktivasi nilai K, dan b yang diperoleh berturut-turut 0,08 dan 1,16 mg/g. Dari nilai K terbukti bahwa aktivator mempengaruhi penyerapan terhadap larutan Cr(VI). Berikut Gambar 9. hasil dari penelitian yang telah dilakukan untuk penyerapan logam Cr(VI) oleh karbon aktif.



Gambar 9. Isoterm Langmuir untuk adsorpsi logam Cr(VI) oleh karbon aktif yang diaktivasi oleh H_3PO_4 dari bahan pengolahan limbah cair melalui sistem lumpur aktif berupa lumpur Industri *Crumb Rubber* PT. Teluk Luas Padang.

Sedangkan hasil penelitian untuk adsorben tanpa aktivasi terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Isoterm Langmuir untuk adsorpsi logam Cr(VI) oleh adsorben tanpa aktivasi

Dari kedua data tersebut terlihat bahwa grafik yang dihasilkan selalu naik mendatar. Hal ini berarti bahwa adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi monolayer, yang mana Langmuir menjabarkan bahwa pada situs aktif tersebut hanya dapat mengadsorpsi satu molekul. Ikatan antara adsorben dan zat yang teradsorpsi dapat terjadi secara fisik atau kimia. Ikatan tersebut harus cukup kuat untuk menjaga terjadinya perpindahan molekul yang telah teradsorpsi sepanjang permukaan adsorben (Oscik, 1982 dalam [18]). Disini ikatan yang terjadi yaitu adanya gaya van der Waals dengan ikatan yang lemah.

Adsorpsi yang terjadi bisa secara fisika dan secara kimia. Dari gambar juga dapat kita lihat bahwa adsorpsi yang terjadi yaitu adsorpsi secara kimia. Adsorpsi kimia terjadi karena terbentuknya ikatan antara situs aktif dari adsorben dengan zat yang teradsorpsi. Ikatan yang terjadi membentuk lapisan adsorpsi tunggal pada permukaan adsorben (*monolayer adsorption*) [18].

IV. KESIMPULAN

1. Hasil karakterisasi karbon aktif yang meliputi penentuan daya serap terhadap I_2 , kadar air, dan persen karbon terikat sesuai dengan SNI 06-3730-1995, yaitu masing-masing 48,26 %, 0,14 %, dan 24,925 %, kecuali persen karbon terikat. Tetapi setelah ditambahkan dengan aktivator, karbon aktif mempunyai daya serap yang tinggi dibandingkan sampel tanpa aktivasi.
2. Hasil penelitian perlakuan dengan sistem batch untuk sampel karbon aktif, didapatkan kondisi optimum pada pH 3, waktu kontak 60 menit, dan pada konsentrasi 50 mg/L dengan persen penyerapan 89,47%. Sedangkan untuk sampel tanpa aktivasi didapat kondisi optimum pada pH 2, waktu kontak 120 menit, dan pada konsentrasi 50 mg/L dengan persen penyerapan 42,23%.
3. Hasil penelitian sesuai dengan kurva isoterm adsorpsi Langmuir yaitu jika diplot C/m sebagai fungsi C maka didapatkan kurva linear yang berarti penyerapan Cr(VI) oleh karbon aktif dan tanpa aktivasi berlangsung secara kimia, sehingga konstanta afinitas serapan dan kapasitas serapan maksimumnya dapat diketahui dengan menggunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir yaitu berturut-turut 1,11 dan 1,99 mg/g untuk karbon aktif, dan 0,08 dan 1,16 mg/g untuk tanpa aktivasi.
4. Dari perlakuan penelitian melalui sistem batch terbukti bahwa aktivator H_3PO_4 10% mempengaruhi kapasitas penyerapan terhadap larutan Cr(VI).

REFERENSI

- [1] Wahyu, Sri Mey Bellla. 2011. *Penentuan Ammo 40 imbah Cair Pengolahan Karet Remah dengan Bahan Bak at dan Lump Mangkok di PT. Bridgestone Sumatera Rubber Estate Dolok Merangir*. Medan: FMIPA USU.
- [2] Muslimin, L. 1996. *Mikrobiologi Lingkungan*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- [3] Kvech,S. dan Tull,E. 1998. *Activated Carbon in Water Treatment Primer*. Environmental Information Management Civil Engineering Dept, Virginia Technology.
- [4] Triyana,M. dan Sarma,T. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Jurusan Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara.
- [5] Kurniati.2008. *Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Arang Aktif*. Jurnal Penelitian Ilmu Teknik,Vol.8,No.2,hal : 96-100.
- [6] Wibowo,S. 2009. *Karakteristik Arang Aktif Tempurung Biji Nyamplung (Calophyllum inophyllum Linn)*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 28 No. 1, hal : 43-54.
- [7] Herdiansyah dkk.2004. *Laju Reduksi Cr (VI) menjadi Cr(III) oleh Asam Humat Menggunakan Model Multikomponen Kontinyu*. Indonesian Journal of Chemistry,Vol.4, No.1,hal : 12-25.
- [8] Salmariza dkk. 2011. *Pemanfaatan Limbah Padat Sisa Lumpur Aktif Industri Crumb Rubber sebagai Adsorben Pengolahan Limbah Cair*. Padang : BARISTAND Industri.
- [9] Pradhan, Subhashree. 2011. *Production and Characterization of activated Carbon Produced From a Suitable Industrial Sludge*. India : Department of Chemical Engineering National Institute of Technology Rourkela.
- [10] Mawardi. 2011. *Pemanfaatan Biomassa Alga Hijau Terimmobilisasi Sebagai Biosorben Logam Berat Dalam Limbah Cair dan Perbandingan Unjuk Kerja dengan Resin Penukar Kation Komersial*. Padang : UNP.
- [11] Demirbas,E. 2004. *Adsorption kinetics for the removal of chromium (VI) from aqueous solutions on the activated carbons prepared from agricultural wastes*. ISSN 0378-4738 = Water SA, Vol. 30, No. 4, hal : 533-539.
- [12] Nisa. 2013. *Optimasi Tanah Napa Sebagai Adsorben Ion Logam Kromium (VI)*. Skripsi Sarjana Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Padang.
- [13] Mu'jizah,S. 2010. *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Biji Kelor (Moringa Oleifera. Lamk) dengan Nacl sebagai Bahan Pengaktif*. Skripsi Sarjana Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
- [14] Hendra. 2006. *Pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa sawit dan serbuk kayu gergajian campuran*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. 24 (2) : 117-132. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- [15] Hendaway, ANA. 2003. *Influence of HNO₃ oxidation on the structure and adsorptive properties of corncob-based activated carbon*. Carbon 41:713-722. Elsevier. UK.
- [16] Nurhasni. 2010. *Penyerapan Ion Logam Cd dan Cr dalam Air Limbah Menggunakan Sekam Padi*. Jakarta : UIN Syarif Hidayatullah
- [17] Refilda., Rahmania Zein., Rahmayeni. 2001. *Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Penyerap Sintetik Logam-logam Berat Pada Air Limbah*.Skripsi. Padang: Universitas Andalas.
- [18] Wirawan,T. 2011. *Adsorpsi Krom (Cr) oleh Arang Aktif Termodifikasi dari Tempurung Jarak Pagar (Jatropha curcas L. Mulawarman Scientific, Vol.10,No.1, hal : 1-10.*