

STUDI KINETIKA ADSORPSI LARUTAN ION LOGAM KROMIUM (Cr) MENGUNAKAN ARANG BATANG PISANG (*Musa paradisiaca*)

Ida Ayu Gede Widihati, Ni G. A. M. Dwi Adhi Suastuti, dan M. A. Yohanita Nirmalasari

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran

ABSTRAK

Studi kinetika adsorpsi larutan ion logam kromium (Cr) menggunakan arang batang pisang (*Musa paradisiaca*) telah dilakukan. Sampel arang yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dengan cara pirolisis pada suhu 400°C dan waktu tinggal 0,5 jam. Parameter penelitian ini meliputi penentuan luas permukaan menggunakan spektrofotometer UV-VIS dengan metode adsorpsi metilen biru, waktu setimbang, isotherm adsorpsi, kapasitas adsorpsi, pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi serta pola kinetika adsorpsi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas permukaan adsorpsi arang batang pisang sebesar 3,4559 m²/g. Kapasitas adsorpsi arang batang pisang (*Musa paradisiaca*) terhadap logam Cr⁶⁺ yaitu 0,8019 mg/g yang diperoleh pada waktu setimbang 40 menit dengan konsentrasi awal logam Cr⁶⁺ (isotherm adsorpsi) 75 ppm. Pada pH 4,00 diperoleh kapasitas adsorpsi maksimum adsorben arang batang pisang terhadap logam Cr⁶⁺ sebesar 0,9088 mg/g. Pola kinetika adsorpsi yang terjadi mengikuti kinetika orde dua dengan nilai konstanta laju adsorpsi sebesar 0,0008 menit⁻¹ppm⁻¹.

Kata kunci : Studi kinetika, batang pisang (*Musa paradisiaca*), adsorpsi, ion logam kromium

ABSTRACT

Adsorption kinetics of chromium (Cr) ion on char from banana stem has been studied. The char used in this research as obtained by pyrolysis at 400°C for 0,5 hours. The parameters studied included the surface area, which was determined by spectrophotometer UV-VIS using methylen blue method, equilibrium time, the adsorption isotherm, the adsorption capacity, the influence of pH on adsorption capacity, and the adsorption kinetics.

The result showed that the surface area was 3,4559 m²/g. The adsorption capacity of banana stem (*Musa paradisiaca*) char on Cr⁶⁺ metal was 0,8019 mg/g, obtained at 40 minutes equilibrium time with initial concentration of Cr⁶⁺ metal (adsorption isotherm) of 75 ppm. At pH 4,00, it was obtained that the maximum adsorption capacity of the adsorbent on Cr⁶⁺ metal was 0,9088 mg/g. The adsorption followed a second-order kinetics with a rate constant of 0,0008 minute⁻¹ppm⁻¹.

Keywords : Kinetics study, banana stem (*Musa paradisiaca*), adsorption, chromium metal ion.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil tanaman pisang terbesar di dunia. Hal ini didukung oleh kondisi iklim tropis dan tanah yang subur (Suyanti dan Supriyadi, 2008). Tanaman pisang merupakan bahan alam yang murah, mudah diperoleh dan dapat diperbaharui. Secara umum tanaman pisang dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis yakni

pisang serat, pisang hias dan pisang buah (*Musa paradisiaca*) (Suhardi, dkk., 2002).

Bagian tanaman pisang yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat adalah buah pisang dan daun pisang. Adapun bagian lain dari tanaman pisang seperti batang pisang jarang digunakan masyarakat. Sebagian kecil masyarakat hanya memanfaatkan batang pisang sebagai pakan ternak, sedangkan dalam jumlah besar menjadi sampah (Rosdiana, 2009).

Batang pisang berpotensi digunakan sebagai adsorben. Hal ini disebabkan karena batang pisang banyak mengandung kadar hidrat arang atau karbon sekitar 49 gram tiap 100 gram berat kering batang pisang. Struktur karbon aktif mengandung gugus fungsional polar yakni gugus karboksil, hidroksil dan karbonil yang mampu melakukan interaksi dengan senyawa atau ion dalam media gas atau cair (Husni, dkk., 2004).

Pemanfaatan batang pisang sebagai adsorben telah dilakukan oleh Husni, dkk (2004) pada adsorpsi logam berat timbal (Pb) dengan menerapkan metode pirolisis dan aktivasi menggunakan gas nitrogen. Hasil penelitian yang diperoleh bahwa kapasitas adsorpsi sebesar 9,21 mg/g untuk aktivasi pada suhu 350°C dan 12,07 mg/g pada suhu aktivasi 450°C. Studi kinetika yang diperoleh dari penelitian ini adalah kinetika orde satu.

Kinetika adsorpsi menggambarkan tingkat laju penyerapan yang terjadi pada adsorben terhadap adsorbat. Karakteristik kemampuan penyerapan adsorben terhadap adsorbat dapat dilihat dari laju adsorpsinya. Laju adsorpsi dapat diketahui dari konstanta laju adsorpsi (k) dan orde reaksi yang dihasilkan dari suatu model kinetika adsorpsi. Tahap pengujian laju adsorpsi dapat dilakukan dengan menduga orde reaksi (Muslich, dkk., 2010).

Penelitian tentang studi kinetika adsorpsi belum banyak dilakukan jika dibandingkan dengan studi adsorpsi. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilaporkan tentang studi kinetika adsorpsi menggunakan arang batang pisang dalam menyerap logam berat kromium khususnya Cr^{6+} . Pemilihan logam ini sebagai adsorbat berdasarkan sifat toksisitasnya terutama di lingkungan perairan yang merusak ekosistem perairan serta membahayakan kesehatan manusia (Anderson, 1997).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan adalah batang pisang (*Musa paradisiaca*) yang diambil di daerah Sesetan, Bali pada tanggal 15 Januari 2011. Bahan-bahan kimia berkualitas analitik yang digunakan meliputi

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, metilen biru, buffer 4,00; 7,20; 11,00 dan akuades.

Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah seperangkat peralatan gelas, ayakan 106 μm dan 250 μm , oven, furnace, desikator, pengaduk magnet, timbangan analitik, mortar, bola hisap, dan pencatat waktu. Selain itu digunakan peralatan instrumen berupa spektrofotometer UV-VIS dan spektrofotometer serapan atom (SSA).

Cara Kerja

Preparasi Sampel

Batang pisang dipotong kecil dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 1 minggu, dan selanjutnya di oven pada suhu 110°C selama 24 jam untuk menurunkan kadar air dan kelembaban sampel. Selanjutnya untuk menghilangkan bahan-bahan volatil, sampel dipirolisis dengan cara dipanaskan pada suhu 400°C hingga menjadi arang dengan waktu tinggal 0,5 jam. Furnace didinginkan selama 1 jam sampai suhu tertentu, kemudian arang dikeluarkan dari furnace dan dihancurkan serta diayak dengan ayakan ukuran 106 μm dan 250 μm kemudian disimpan dalam desikator.

Penentuan Luas Permukaan Arang Batang Pisang

Penentuan luas permukaan arang batang pisang digunakan metode adsorpsi terhadap larutan metilen biru. Untuk menentukan panjang gelombang maksimum metilen biru dibuat larutan standar metilen biru 2 ppm sebanyak 10,0 mL, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang antara 660-669 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS. Kurva standar metilen biru dibuat berdasarkan absorbansi dari berbagai konsentrasi larutan standar metilen biru 1, 2, 3 dan 4 ppm pada panjang gelombang maksimum (Muhammad dan Achmad, 1990).

Untuk menentukan luas permukaan digunakan 0,50 g sampel arang batang pisang ditambahkan ke dalam 20,0 mL larutan metilen biru 25 ppm, diaduk dengan menggunakan pengaduk magnet dengan waktu kontak yang bervariasi yaitu 5, 10, 15, 20, 40 dan 60 menit. Larutan hasil pengadukan disaring dan filtratnya dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang

gelombang maksimum larutan metilen biru tersebut. Absorbansi yang diperoleh dimasukkan dalam persamaan regresi linier metilen biru, sehingga didapatkan konsentrasi metilen biru yang merupakan berat teradsorpsi maksimum (g/g).

Penentuan Waktu Setimbang Arang Batang Pisang

Pembuatan kurva kalibrasi untuk analisis Cr^{6+} dilakukan setiap mengukur sampel yang mengandung ion logam Cr^{6+} . Kurva kalibrasi dibuat dengan mengukur absorbansi larutan standar Cr^{6+} dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8 ppm pada panjang gelombang 357,9 nm dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom.

Untuk menentukan waktu setimbang arang batang pisang disiapkan 7 buah erlenmeyer 100 mL, masing-masing diisi dengan 0,50 g sampel arang batang pisang, kemudian pada tiap erlenmeyer ditambahkan 25,0 mL larutan Cr^{6+} 150 ppm. Campuran tersebut diaduk dengan pengaduk magnet selama 10, 20, 40, 60, 90, 120 menit dan 24 jam pada suhu kamar. Selanjutnya campuran disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom. Absorbansi yang terbaca kemudian dimasukkan ke dalam persamaan regresi, sehingga konsentrasi Cr^{6+} dalam filtrat dapat ditentukan. Waktu setimbang dapat diketahui dengan membuat grafik antara banyaknya Cr^{6+} yang teradsorpsi per gram adsorben dengan variasi waktu tersebut.

Penentuan Isoterm Adsorpsi Arang Batang Pisang

Disiapkan 5 buah erlenmeyer 100 mL, masing-masing diisi dengan 0,50 g sampel arang batang pisang, kemudian pada tiap erlenmeyer ditambahkan 25,0 mL larutan Cr^{6+} dengan konsentrasi yang berbeda-beda yakni 10, 25, 50, 75 dan 100 ppm. Campuran tersebut diaduk selama 40 menit (waktu setimbang) pada suhu kamar. Selanjutnya campuran disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Arang Batang Pisang

Sebanyak 0,50 g sampel arang batang pisang dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 100mL. Pada erlenmeyer tersebut ditambahkan

25,0 mL larutan Cr^{6+} dengan konsentrasi 75ppm (isoterm adsorpsi) dan diaduk menggunakan pengaduk magnet selama 40 menit (waktu setimbang) pada suhu kamar. Selanjutnya campuran tersebut disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom.

Penentuan Kinetika Adsorpsi Cr^{6+} oleh Adsorben Arang Batang Pisang

Disiapkan 9 buah erlenmeyer 100 mL, masing-masing diisi dengan 0,50 g sampel arang batang pisang, kemudian pada tiap erlenmeyer ditambahkan 25,0 mL larutan Cr^{6+} dengan konsentrasi 75 ppm (isoterm adsorpsi). Campuran tersebut diaduk dengan pengaduk magnet selama 0, 3, 5, 10, 15, 25, 35, 40, dan 60 menit pada suhu kamar. Selanjutnya campuran disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom. Absorbansi yang terbaca kemudian dimasukkan ke dalam persamaan regresi, sehingga konsentrasi Cr^{6+} dalam filtrat dapat ditentukan. Kinetika reaksi dapat diketahui dengan membuat dua jenis grafik masing-masing plot antara $\ln C_A$ dengan variasi waktu dan juga plot antara $\frac{1}{C_A}$ dengan waktu.

Pengaruh pH terhadap Kapasitas Adsorpsi Arang Batang Pisang

Disediakan 3 buah Erlenmeyer 100 mL, masing-masing diisi dengan 0,50 g sampel arang batang pisang, kemudian ke dalam masing-masing erlenmeyer ditambahkan 10,0 mL larutan buffer pH 4,00; 7,20; 11,00. Pada tiap erlenmeyer tersebut ditambahkan 25,0 mL larutan Cr^{6+} dengan konsentrasi 75 ppm (isoterm adsorpsi) dan diaduk menggunakan pengaduk magnet selama 40 menit (waktu setimbang) pada suhu kamar. Selanjutnya campuran tersebut disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyiapan Sampel Arang Batang Pisang (*Musa paradisiaca*)

Sampel berupa batang pisang kering dipirolisis pada suhu 400°C selama 0,5 jam hingga dihasilkan suatu produk padatan berupa arang. Produk arang akhir dari hasil ayakan berukuran lebih halus. Arang yang diperoleh

disimpan dalam desikator dengan tujuan untuk menghindari kontak antara sampel arang tersebut dengan udara bebas yang mengandung uap air.

Luas Permukaan Adsorben Arang Batang Pisang

Luas permukaan merupakan salah satu karakter fisik yang berhubungan langsung dengan kemampuan adsorpsi karbon terhadap zat-zat yang akan diserap. Bila karbon aktif memiliki luas permukaan besar akan memberikan bidang kontak yang lebih besar antara adsorben dan adsorbatnya sehingga adsorbat dapat terserap lebih banyak. Pada penelitian ini, luas permukaan ditentukan dengan metode adsorpsi metilen biru. Panjang gelombang maksimum metilen biru yang digunakan adalah 665 nm. Daya serap terhadap metilen biru sebanding dengan luas permukaan adsorben. Hasil pengukuran luas permukaan adsorben dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas Permukaan Adsorben Arang Batang Pisang

t (menit)	Wm (10^{-3} g/g)	S (m^2/g)
5	0,9170	3,4018
10	0,9221	3,4207
15	0,9275	3,4407
20	0,9343	3,4659
40	0,9534	3,5368
60	0,9352	3,4693
	rata-rata	3,4559

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 1, nilai luas permukaan arang batang pisang (*Musa paradisiaca*) adalah 3,4559 m^2/g . Hasil yang diperoleh pada penelitian sebelumnya terutama oleh Husni, dkk (2004) memiliki nilai luas permukaan yang lebih besar dengan hasil penelitian ini. Hal ini disebabkan karena pada penelitian tersebut dilakukan aktivasi menggunakan gas nitrogen yang mendorong senyawa-senyawa volatil dan membuka pori-pori sehingga meningkatkan luas permukaan.

Waktu Setimbang Adsorpsi terhadap Logam Cr^{6+}

Waktu setimbang adsorpsi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses penyerapan. Penentuan waktu setimbang adsorpsi bertujuan untuk mengetahui waktu minimum yang dibutuhkan oleh adsorben

arang batang pisang dalam menyerap logam Cr^{6+} secara maksimum hingga tercapai keadaan setimbang. Dalam prosesnya, adsorpsi akan berlangsung secara terus menerus selama belum terjadi suatu kesetimbangan. Oleh karena itu, untuk mencari distribusi kesetimbangan antara adsorben dan adsorbat maka perlu bervariasi waktu kontak. Adapun variasi waktu yang digunakan pada penelitian ini adalah 10, 20, 40, 60, 90, 120 menit dan 24 jam. Penentuan waktu setimbang dapat diketahui dengan membuat grafik plot antara banyaknya logam Cr^{6+} yang terserap (mg/g) terhadap variasi waktu kontak. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu Setimbang Adsorpsi Arang Batang Pisang

Waktu (t) (menit)	Jumlah Cr^{6+} terserap (Wm) (mg/g)
10	2,2660
20	2,3369
40	2,9043
60	2,7624
90	2,7624
120	2,6915
1440	2,4078

Grafik hubungan antara jumlah logam Cr^{6+} yang diserap terhadap waktu kontak dapat disajikan pada Gambar 1.

Berdasarkan data pada Tabel 2 dan Gambar 1 di atas, dapat dilihat bahwa jumlah adsorpsi dari adsorben arang batang pisang terhadap logam Cr^{6+} secara umum mengalami peningkatan di awal adsorpsi seiring dengan bertambahnya waktu interaksi. Hal tersebut berlangsung dari selang waktu adsorpsi 10-40 menit, tetapi setelah itu mengalami penurunan secara bertahap hingga waktu 1400 menit. Hal ini disebabkan karena setelah mencapai keadaan setimbang (40 menit), ikatan antara adsorbat ion logam Cr^{6+} dengan adsorben arang batang pisang semakin lemah (adsorpsi fisik) sehingga adsorbat ion logam Cr^{6+} cenderung mempertahankan diri untuk tetap berada dalam larutan.

Waktu setimbang yang didapatkan pada waktu kontak 40 menit relatif singkat. Hal ini disebabkan karena adsorpsi yang terjadi pada logam Cr^{6+} oleh arang batang pisang merupakan adsorpsi fisik sehingga ion logam Cr^{6+} mudah terlepas kembali ke dalam larutan.

Kapasitas adsorpsi pada waktu setimbang tersebut sebesar 2,9043 mg/g.

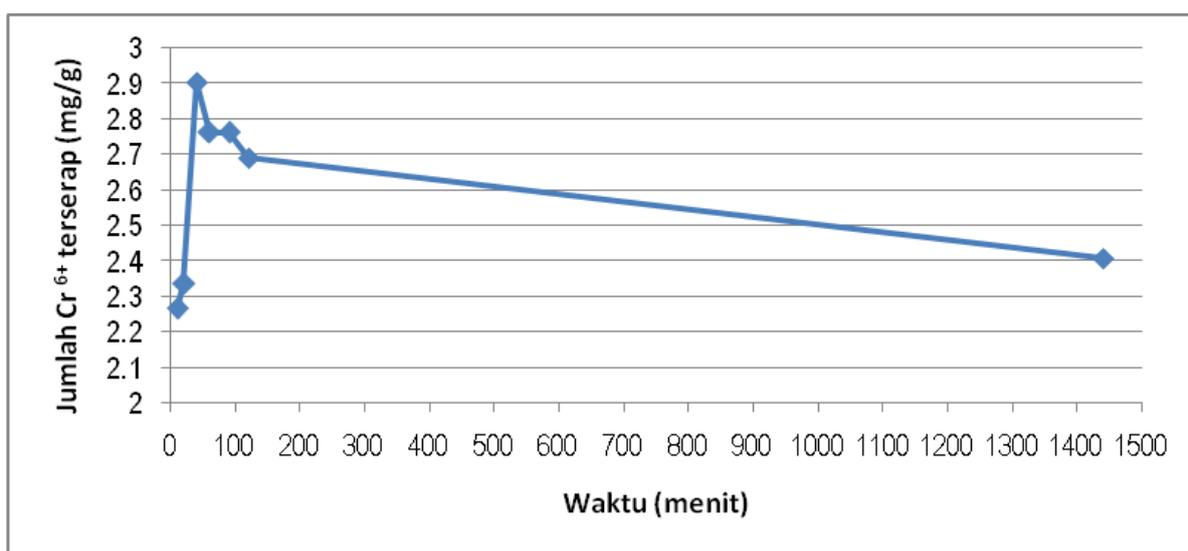
Isoterm Adsorpsi terhadap Logam Cr⁶⁺

Penentuan isoterm adsorpsi bertujuan untuk mengetahui hubungan antara jumlah logam Cr⁶⁺ yang teradsorpsi dalam variasi konsentrasi pada temperatur kamar. Adapun variasi konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 10, 25, 50, 75 dan 100 ppm dengan waktu kontak yang digunakan adalah 40 menit yang merupakan hasil dari penentuan waktu setimbang adsorpsi. Hasil

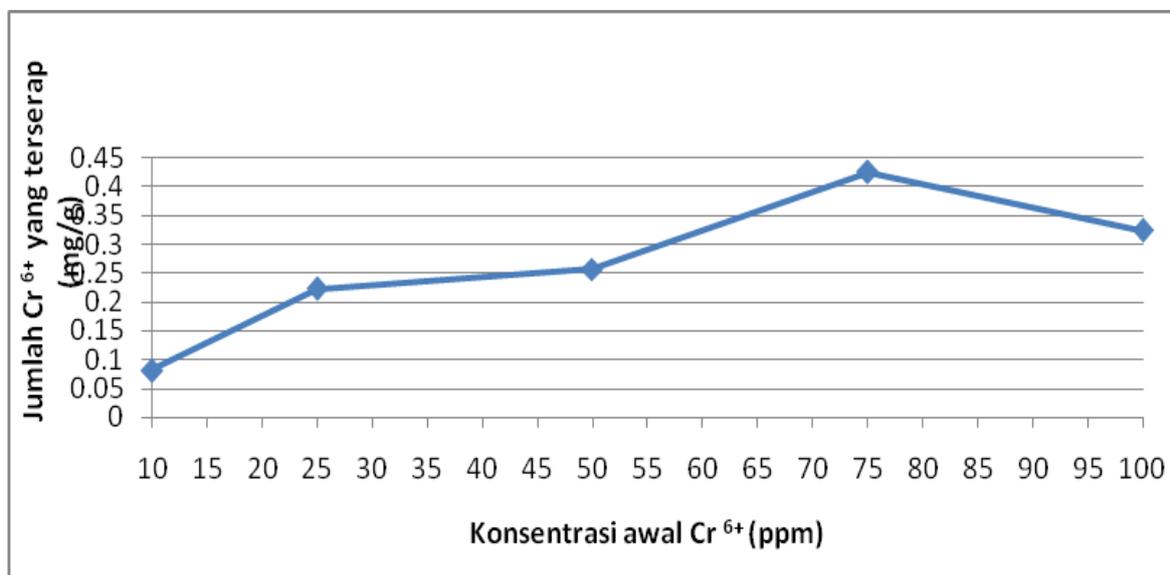
penentuan isoterm adsorpsi terhadap logam Cr⁶⁺ dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 2.

Tabel 3. Isoterm Adsorpsi Adsorben Arang Batang Pisang

Konsentrasi (ppm)	Jumlah Cr ⁶⁺ yang terserap (Wm) (mg/g)
10	0,0811
25	0,2230
50	0,2568
75	0,4257
100	0,3243



Gambar 1. Grafik Waktu Setimbang Adsorben Arang Batang Pisang



Gambar 2. Grafik Isoterm Adsorpsi Adsorben Arang Batang Pisang

Pada Tabel 3 dan Gambar 2, dapat dilihat bahwa kapasitas adsorpsi meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi awal dari adsorbat logam Cr^{6+} . Kapasitas adsorpsi maksimal diperoleh pada adsorpsi dengan konsentrasi awal adsorbat sebesar 75 ppm. Namun di atas konsentrasi 75 ppm kapasitas adsorpsi mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena gaya antar molekul sejenis (kohesi) dari logam Cr^{6+} lebih kecil dibandingkan dengan gaya antar molekul tak sejenis (logam Cr^{6+} dengan karbon) sehingga logam Cr^{6+} yang jarak antar molekulnya relatif jauh dari karbon akan lepas. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai kapasitas adsorpsi yang menurun.

Isoterm adsorpsi dari adsorben arang batang pisang mengikuti isoterm adsorpsi tipe L (isoterm Langmuir). Hal ini disebabkan oleh afinitas yang relatif tinggi antara adsorben (arang batang pisang) dengan zat terlarut (logam Cr^{6+}) pada tahap awal selanjutnya semakin menurun secara perlahan-lahan pada tahap berikutnya.

Kapasitas Adsorpsi terhadap Logam Cr^{6+}

Penentuan kapasitas adsorpsi bertujuan untuk mengetahui kemampuan penyerapan adsorben arang batang pisang terhadap logam Cr^{6+} . Pada tahap ini, konsentrasi Cr^{6+} yang digunakan adalah konsentrasi adsorpsi maksimum yang diperoleh pada penentuan isoterm adsorpsi yakni 75 ppm. Waktu interaksi yang digunakan selama 40 menit yang merupakan waktu setimbang hasil penentuan variasi waktu penyerapan maksimum. Hasil perhitungan kapasitas adsorpsi dari adsorben arang batang pisang selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Kapasitas Adsorpsi Arang Batang Pisan

Ulangan	Jumlah Cr^{6+} yang terserap (W_m) (mg/g)
1	0,8103
2	0,7852
3	0,8103
rata-rata	0,8019

Tabel 4. menunjukkan hasil penentuan kapasitas adsorpsi dari adsorben arang batang pisang terhadap logam Cr^{6+} yakni 0,8019 mg/g. Menurut penelitian Sudiarta dan Yulihastuti (2010) nilai kapasitas adsorpsi untuk logam Cr^{6+} dengan menggunakan jenis biosorben serat sabut kelapa hijau sebesar 12,6152 mg/g. Rendahnya hasil ini dapat disebabkan karena sifat dari adsorben yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan adsorben jenis batang pisang yang bersifat sangat rapuh sehingga adsorpsi yang terjadi relatif lemah. Dengan demikian ikatan antara logam Cr^{6+} dan adsorben arang batang pisang mudah lepas sehingga kemampuan adsorpsi sangat rendah. Sebaliknya serat serabut kelapa memiliki struktur bahan yang lebih keras serta interaksi yang terjadi juga melibatkan interaksi kimia seperti pertukaran ion dan ikatan kompleks. Hal ini mengakibatkan kapasitas adsorpsinya lebih besar.

Kinetika Adsorpsi terhadap Logam Cr^{6+}

Kinetika adsorpsi merupakan salah satu faktor penting dalam proses adsorpsi karena menunjukkan tingkat kecepatan penyerapan adsorben terhadap adsorbatnya.

Tabel 5. Kinetika Adsorpsi Arang Batang Pisang

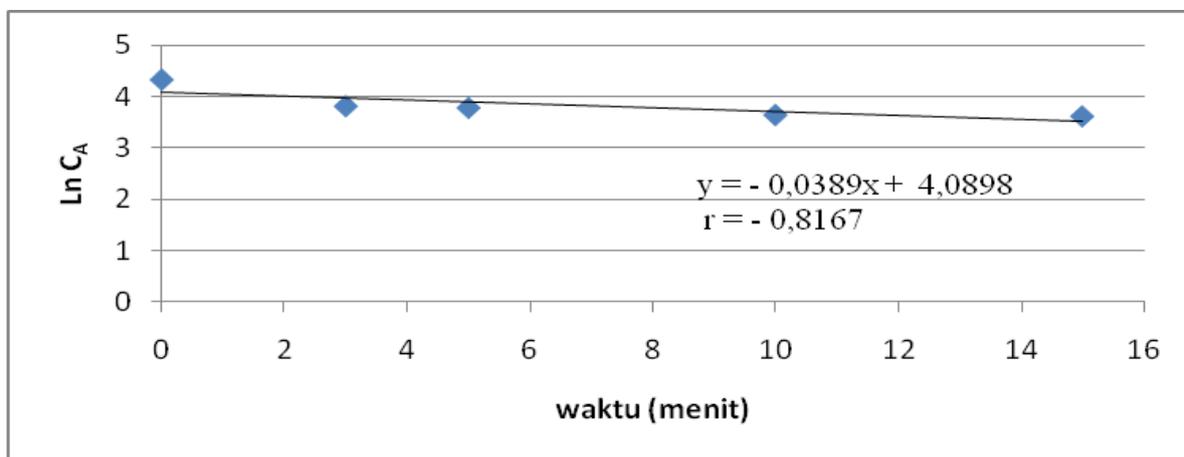
Waktu (menit)	C_A (ppm)	C_{A0} (ppm)	$\ln C_A$	$1/C_A$
0	75,000	75	4,3175	0,0133
3	45,226	75	3,8117	0,0221
5	43,718	75	3,7778	0,0229
10	38,190	75	3,6426	0,0262
15	37,186	75	3,6159	0,0269
25	41,206	75	3,7186	0,0243
35	39,698	75	3,6813	0,0252
40	39,196	75	3,6686	0,0255
60	39,196	75	3,6686	0,0255

Kemampuan penyerapan dapat dilihat dari laju adsorpsinya dalam hal ini pengujian terhadap laju adsorpsi dilakukan melalui penentuan orde reaksi secara eksperimen. Pada tahap ini, adsorben arang batang pisang diinteraksikan dengan adsorbat logam Cr^{6+} dengan konsentrasi hasil penentuan isoterm adsorpsi (75 ppm). Variasi waktu yang digunakan adalah 0, 3, 5, 10, 15, 25, 35, 40, dan 60 menit. Hasil penentuan kinetika adsorpsi selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.

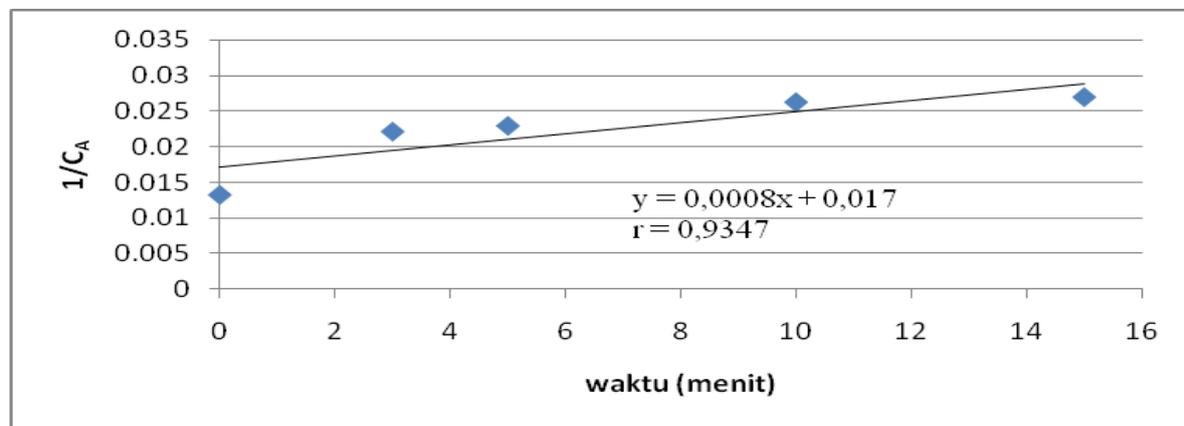
Tabel 5. menunjukkan data kinetika reaksi orde 1 dan orde 2 dengan variasi waktu yang digunakan selama 0-60 menit. Jumlah logam Cr^{6+} yang diserap semakin bertambah dengan meningkatnya waktu. Hal ini terlihat jelas dengan sisa logam Cr^{6+} yang semakin berkurang selama selang waktu 0-15 menit. Sebaliknya pada selang waktu 25-60 menit

terjadi proses desorpsi dimana logam Cr^{6+} yang terikat pada adsorben lepas kembali ke dalam larutan akibatnya jumlah logam Cr^{6+} sisa dalam larutan akan semakin bertambah. Oleh karena itu, penentuan kinetika orde reaksi adsorpsi hanya dilakukan saat terjadinya proses adsorpsi pada tahap awal. Hasil yang diperoleh pada Tabel 5 di atas dapat disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

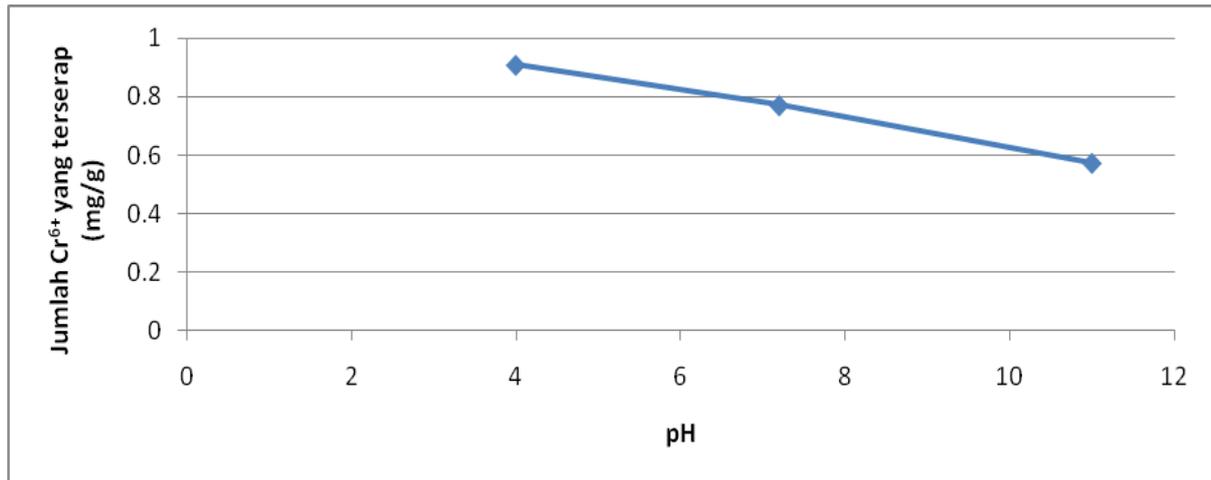
Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4 maka dapat disimpulkan bahwa orde reaksi adsorpsi arang batang pisang terhadap logam Cr^{6+} mengikuti kinetika orde dua. Hal ini dapat dilihat dari kelinieritasan kurva yang ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi linier. Harga koefisien korelasi linier pada kurva orde 2 lebih besar dibandingkan dengan kurva orde satu. Nilai konstanta laju adsorpsi (slope (k)) berdasarkan persamaan garis lurus pada orde dua di atas adalah $0,0008 \text{ menit}^{-1} \text{ ppm}^{-1}$.



Gambar 3. Kinetika Orde Satu Adsorpsi Arang Batang Pisang terhadap Logam Cr^{6+}



Gambar 4. Kinetika Orde Dua Adsorpsi Arang Batang Pisang terhadap Logam Cr^{6+}



Gambar 5. Grafik Pengaruh pH terhadap Kapasitas Adsorpsi

Pengaruh pH terhadap Kapasitas Adsorpsi

Keasaman (pH) merupakan salah satu parameter penting dalam proses adsorpsi yang mempengaruhi adsorpsi ion logam dalam larutan. Penentuan pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi bertujuan untuk mengetahui nilai pH yang memberikan kapasitas adsorpsi maksimum dari arang batang pisang terhadap logam Cr⁶⁺. Konsentrasi logam Cr⁶⁺ yang digunakan sesuai dengan konsentrasi yang diperoleh dari penentuan isoterm adsorpsi yaitu 75 ppm dan waktu kontak yang digunakan adalah waktu yang diperoleh dari penentuan waktu setimbang yaitu 40 menit. Variasi pH yang digunakan adalah 4,00; 7,20; 11,00 yang masing-masing mewakili suasana asam, netral dan basa. Hasil perhitungan pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh pH terhadap Kapasitas Adsorpsi

pH	Jumlah Cr ⁶⁺ yang terserap (Wm) (mg/g)
4,00	0,9088
7,20	0,7698
11,00	0,5714

Berdasarkan Tabel 6 di atas maka dapat digambarkan hubungan antara nilai pH dengan kapasitas adsorpsi seperti pada Gambar 5.

Gambar 5 di atas menunjukkan bahwa pada pH 4,00 nilai kapasitas adsorpsi paling besar yakni 0,9088 mg/g dibandingkan dengan harga kapasitas adsorpsi untuk pH 7,20 dan 11,00. Jumlah logam Cr⁶⁺ yang terserap oleh

adsorben arang batang pisang sangat dipengaruhi oleh pH. Semakin tinggi nilai pH, maka kemampuan adsorpsi logam akan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena semakin besar pH akan mengubah Cr₂O₇²⁻ menjadi Cr³⁺ (Khotimah, 2010). Ion Cr³⁺ merupakan ion yang mudah mengendap sehingga sulit diadsorpsi oleh adsorben arang batang pisang. Menurut Saefudin (2007) pada pH tinggi terjadi presipitasi ion Cr menjadi Cr(OH)₃ yang mengurangi kelarutan ion Cr pada larutan yang mengakibatkan berkurangnya jumlah ion Cr yang dapat diserap oleh permukaan sel. Selain itu, pada pH tinggi konsentrasi OH⁻ larutan juga tinggi sehingga ion Cr lebih mudah mengikat OH⁻ daripada berikatan dengan adsorben. Sebaliknya pada kondisi asam spesies yang paling dominan adalah HCrO₄⁻ dan Cr₂O₇²⁻ yang memungkinkan penyerapan lebih tinggi akibat gaya elektrostatis antara bagian positif dari permukaan adsorben dan bagian negatif dari anion HCrO₄⁻ (Weckhuysen, *et. al*, 1996).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat dikemukakan beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

1. Luas permukaan adsorben arang batang pisang (*Musa paradisiaca*) sebesar 3,4559 m²/g.
2. Kapasitas adsorpsi adsorben arang batang pisang terhadap logam Cr⁶⁺ adalah 0,8019 mg/g yang diperoleh pada waktu

setimbang 40 menit dengan konsentrasi awal Cr^{6+} (isoterm adsorpsi) 75 ppm.

3. Kapasitas adsorpsi adsorben arang batang pisang terhadap logam Cr^{6+} mencapai nilai maksimum pada pH 4,00 sebesar 0,9088 mg/g.
4. Kinetika reaksi adsorpsi dari adsorben arang batang pisang terhadap logam Cr^{6+} mengikuti kinetika orde dua dengan konstanta laju adsorpsi sebesar $0,0008 \text{ menit}^{-1} \text{ ppm}^{-1}$.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan simpulan, maka dapat disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai:

1. Pengaruh pH terhadap kinetika adsorpsi.
2. Penentuan pH optimum kapasitas adsorpsi dari adsorben arang batang pisang terhadap logam Cr^{6+} .
3. Penentuan energi adsorpsi adsorben arang batang pisang terhadap logam Cr^{6+} .

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, R.A., 1997, Chromium As an Essential Nutrient for Human, *Reg. Toxicol. Pharmacol.*, 26 : 534-541
- Husni H., Supriandy Satria, Yusri B.Sulaiman dan Joewanda, 2004, "Preparation of Activated Carbon Banana from Banana Stem by Pyrolysis and Activating Using Nitrogen Gas, *Proceedings: National Conference on Chemical Engineering Sciences and*

Applications (CHESA), Banda Aceh, Indonesia

- Khotimah, *at. al.*, 2010, *Adsorpsi Logam Kromium (VI) oleh biomassa Chara fragilis Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Muhammad, M. dan Achmad, S., 1990, *Aplikasi Analisis Spektrofotometer UV-VIS*, Mecphiso Grafika, Surabaya.
- Muslich, Prayoga Suryadarma, dan R. Indri R. Hayuningtyas, 2010, *Kinetika Adsorpsi Isotermal β -Karoten dari Olein Sawit Kasar Dengan Menggunakan Bentonit*, Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Rosdiana, R. 2009. Pemanfaatan Limbah dari Tanaman Pisang, <http://www.onlinebuku.com>, Diakses tanggal 20 April 2009
- Saefudin dan A. Z. Raziah, 2007, *Removal of heavy metals from Industrial Effluent Using Saccharomyces cerevisiae Immobilised*, University Tenaga Nasional Malaysia.
- Sudiarta, I. W. dan Dwi Ariani Yulihastuti, 2010, Biosorpsi Kromium (VI) pada Serat Sabut Kelapa Hijau (*Cocos nucifera*), *Jurnal Kimia*, 4 (2) : 158-166
- Suhardi, *et. al.*, 2002, *Hutan dan Kebun Sebagai Sumber Pangan Nasional*, Kanisius, Yogyakarta
- Suyanti dan A. Supriyadi, 2008, *Pisang, Budidaya, Pengolahan dan Prospek Pasar*, Penebar Swadaya, Jakarta
- Weckhuysen, B. M., Wachs, and I. E., Schoonheydt, R. A., 1996, Surface Chemistry and Spectroscopy of Chromium in Inorganic Oxides, *Chem. Rev.* 96 : 3327-3349