

KAPASITAS ADSORPSI BEBERAPA JENIS KULIT PISANG TERAKTIVASI NaOH SEBAGAI ADSORBEN LOGAM TIMBAL (Pb)

Putu Eka Purnama, I Gusti Ayu Kunti Sri Panca Dewi, dan Ketut Ratnayani

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali

Email : ekapurky@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai kapasitas adsorpsi beberapa jenis kulit pisang (hijau, kepok dan susu) teraktivasi NaOH sebagai adsorben logam timbal (Pb). Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi penentuan luas permukaan masing-masing adsorben yang tanpa dan teraktivasi NaOH, penentuan waktu setimbang, isoterm adsorpsi dan kapasitas adsorpsi dari adsorben kulit pisang hijau, kepok dan susu teraktivasi NaOH.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorben kulit pisang hijau, kepok dan susu teraktivasi NaOH memiliki luas permukaan berturut-turut 36,2181 m²/g, 35,5531 m²/g dan 35,8378 m²/g. Luas permukaan dari adsorben kulit pisang hijau, kepok dan susu yang tidak teraktivasi NaOH adalah 35,3105 m²/g, 35,3199 m²/g, dan 35,7928 m²/g. Waktu setimbang untuk adsorben kulit pisang hijau dan kepok teraktivasi NaOH adalah 30 menit, sedangkan waktu optimum dari adsorben kulit pisang susu adalah 90 menit. Isoterm adsorpsi dari adsorben kulit pisang hijau, kepok dan susu teraktivasi NaOH adalah pada konsentrasi 100 ppm dengan mengikuti pola isoterm adsorpsi Freundlich. Kapasitas adsorpsi yang paling besar adalah adsorben kulit pisang hijau teraktivasi (7,0022 mg/g), selanjutnya kulit pisang susu teraktivasi (6,6850 mg/g) dan kapasitas adsorpsi yang paling rendah adalah kulit pisang kepok teraktivasi (5,3078 mg/g).

Kata kunci : kapasitas adsorpsi, pisang hijau, pisang kepok, pisang susu, timbal (Pb)

ABSTRACT

Adsorption capacity of various types of banana skin (green, kepok and susu) activated with NaOH as adsorbents for lead (Pb) has been studied. This research consisted of several steps included determination of the surface area of activated and unactivated adsorbents, equilibrium time, adsorption isotherms and adsorption capacity of adsorbents from green, kepok and susu banana skins activated with NaOH .

The results showed that adsorbents from green, kepok and susu banana skin activated with NaOH had surface were of 36.2181 m²/g, 35.5531 m²/g and 35.8378 m²/g respectively. On the other hand, the surface area of unactivated adsorbents of green, kepok and susu banana skin were 35.3105 m²/g, 35.3199 m²/g, and 35.7928 m²/g respectively. Equilibrium time for green, kepok and susu banana skin adsorbents activated with NaOH were 30; 30 and 90 minutes. Adsorption isotherms of adsorbents from green, kepok and susu banana skin activated with NaOH were at concentration 100 ppm. Adsorption capacity of activated adsorbents from green banana, kepok banana and susu banana skin were 7.022 mg/g, 5.3078 mg/g and 6.6850 mg/g respectively.

Keywords : adsorption capacity, green banana, kepok banana, milk banana, lead (Pb)

PENDAHULUAN

Logam berat merupakan zat yang beracun dan umumnya bersifat karsinogenik. Sebagai zat pencemar perairan, logam berat sangat berbahaya bagi makhluk hidup (Kurniasari, 2012). Organisasi

Kesehatan Dunia (*World Health Organization/WHO*) menemukan bahaya kesehatan yang dapat ditimbulkan oleh logam berat pada rantai makanan, meski dalam konsentrasi yang sangat kecil.

Indonesia merupakan penghasil pisang terbesar di Asia. Pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan tanaman buah-buahan yang tumbuh dan tersebar di seluruh Indonesia. Produksinya semakin meningkat dari tahun ke tahun (Suhartini, 2012). Selama ini pemanfaatan pohon pisang masih terbatas buahnya saja yang dikonsumsi dan dimanfaatkan, padahal masih banyak lagi bagian dari pisang yang sangat berguna. Potensi ketersediaan Pisang yang cukup melimpah inilah yang turut menghasilkan limbah kulit pisang. Menurut Direktorat Jenderal Hortikultura, limbah kulit pisang pada tahun 1999 di Indonesia mencapai 8,27 kg/kapita/tahun, sedangkan pada tahun 2002 meningkat menjadi 4.384.384 ton.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Suhartini tahun 2012 telah membuktikan bahwa kulit pisang dapat dijadikan sebagai adsorben dan penelitian yang dilakukan oleh Castro *et al.*, tahun 2011 membuktikan bahwa kulit pisang memiliki gugus fungsi yang berperan dalam pengikatan ion logam berat. Gugus fungsional tersebut yaitu gugus hidroksi, asam karboksilat dan gugus amina.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran daya adsorpsi pada larutan Pb dengan menggunakan berbagai jenis kulit pisang yang teraktivasi. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah kapasitas adsorpsi masing-masing kulit pisang (hijau, kepok dan susu) sebagai adsorben logam Pb. Adsorben dari beberapa kulit pisang diharapkan dapat mengurangi kadar logam berat khususnya logam Pb dalam larutan atau perairan.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya HNO₃, NaOH, kulit Pisang Hijau matang, kulit Pisang Kepok matang, kulit Pisang Susu matang, metilen biru, Pb(NO₃)₂ dan Aquades.

Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat peralatan gelas, oven, penangas magnet stirer, kertas saring Wattman, desikator, blender, timbangan analitik, stopwatch, pH indikator, pH meter, botol sampel, ayakan 100 mesh, instrumen UV-Vis dan instrumen AES.

Cara Kerja

Preparasi Kulit Pisang (Hijau, Kepok dan Susu)

Kulit pisang dipotong halus lalu dikeringkan pada suhu 60°C selama 6 jam, diangin-anginkan dan diblender hingga halus kemudian diayak menggunakan ukuran 100 mesh, kemudian serbuk tersebut disimpan ke dalam desikator (Hendrik, 2012).

Aktivasi Kulit Pisang dengan NaOH 3 %

Serbuk kulit pisang dicampur larutan NaOH 3% dengan perbandingan NaOH terhadap kulit pisang sebesar 2 mL : 1 gram. Kemudian diaduk selama 1–2 jam, dan dilanjutkan dengan pencucian menggunakan aquades serta HNO₃ 0,01 M hingga pH netral. Sampel tersebut kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C sehingga diperoleh sampel kulit pisang teraktivasi NaOH (Hendrik, 2012).

Penentuan Luas Permukaan Adsorben dengan Metilen Biru (Giri, 2013)

Sebanyak 0,1 gram adsorben kulit pisang hijau, kepok dan susu tanpa dan teraktivasi NaOH masing-masing ditambahkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 20,0 mL larutan metilen biru 50 ppm. Larutan kemudian diaduk menggunakan pengaduk magnet dengan variasi waktu kontak 10; 20; 30; 40 dan 50 menit. Larutan hasil pengocokan disaring dengan kertas saring Wattman dan filtratnya dianalisis menggunakan UV-Vis.

Nilai absorbansi yang diperoleh dimasukkan dalam persamaan regresi linier. Dengan demikian diperoleh konsentrasi metilen biru pada masing-masing filtrat. Konsentrasi metilen biru yang terserap ditentukan dengan metode kurva klibrasi. Banyaknya metilen biru yang terserap oleh tiap gram sampel dapat dihitung dengan rumus :

$$W_{ads} = \frac{C_1 - C_2}{1000} \times V \times \frac{1}{B}$$

- W_{ads} = Berat metilen biru yang terserap oleh 1 gram sampel (mg/g)
 B = Berat sampel yang digunakan (g)
 C₁ = Konsentrasi larutan metilen biru awal (ppm)
 C₂ = Konsentrasi larutan metilen biru akhir (ppm)
 V = Volume larutan metilen biru yang digunakan (mL)

Sedangkan luas permukaan adsorben dapat dihitung dengan rumus :

$$S = \frac{W_{ads} \cdot N \cdot a}{M_r}$$

- S = Luas permukaan adsorben (m²/g)
- N = Bilangan Avogadro (6,022 x 10²³ mol⁻¹)
- W_{ads} = Berat metilen biru yang terserap oleh 1 gram sampel (mg/g)
- a = Luas penutupan oleh 1 molekul metilen biru (197 x 10⁻²⁰ m²)
- M_r = Massa molekul relatif metilen biru (320,5 g/mol)

Penentuan Waktu Setimbang Adsorben Kulit Pisang (Hijau, Kepok dan Susu)

Adsorben dengan berat 0,5 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah berisi 50 ml larutan Pb 100 ppm. Larutan uji dan sampel selanjutnya ditambahkan NaOH 3% hingga pH 4 dan diaduk menggunakan pengaduk magnet dengan variasi waktu kontak 30; 60; 90 dan 120 menit, sampai waktu setimbang, kemudian larutan disaring dengan kertas saring Wattman. Hasil penyaringan diuji menggunakan AES. Konsentrasi yang terbaca kemudian dimasukkan ke dalam persamaan:

$$W_{ads} = \frac{C_1 - C_2}{1000} \times V \times \frac{1}{B}$$

Waktu setimbang dapat diketahui dengan membuat grafik antara banyaknya Pb yang teradsorpsi per gram adsorben dengan variasi waktu tersebut (Megawati, 2013).

Penentuan Isoterm Adsorpsi Adsorben Kulit Pisang (Hijau, Kepok dan Susu)

Sebanyak 50 ml larutan Pb dengan konsentrasi 50; 100; 150 dan 200 ppm, masing-masing ditambahkan adsorben kulit pisang hijau yang teraktivasi NaOH sebanyak 0,5 g. Larutan tersebut kemudian ditambahkan NaOH 3% hingga pH 4 dan diaduk menggunakan pengaduk magnet selama (waktu setimbang) pada suhu kamar, kemudian larutan disaring dengan kertas saring Wattman dan filtratnya diukur menggunakan AES. Perlakuan yang sama dilakukan pula untuk adsorben kulit pisang kepok dan adsorben kulit pisang susu teraktivasi NaOH. Isoterm adsorpsi

dapat ketahui dengan membuat grafik antara banyaknya Pb yang teradsorpsi per gram adsorben dengan variasi konsentrasi (Megawati, 2013)..

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Adsorben Kulit Pisang (Hijau, Kepok dan Susu)

Sebanyak 0,5 gram adsorben kulit pisang (hijau, kepok dan susu), masing-masing dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL. Pada erlenmeyer tersebut ditambahkan 50 mL larutan Pb dengan konsentrasi yang didapat dari isoterm adsorpsi dan diaduk menggunakan pengaduk magnet selama waktu setimbang pada suhu kamar. Selanjutnya campuran tersebut disaring dan filtratnya diukur menggunakan AES (Megawati, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Luas Permukaan dengan Metilen Biru

Luas permukaan adsorben merupakan salah satu karakter fisik yang memiliki peranan penting dalam proses adsorpsi. Pentingnya penentuan luas permukaan ini dihubungkan dengan jumlah zat yang teradsorpsi tiap gramnya. Panjang gelombang yang digunakan pada penelitian ini yaitu 663 nm, dimana panjang gelombang ini merupakan panjang gelombang maksimum dari metilen biru. Penentuan luas permukaan ini dilakukan dengan beberapa variasi waktu yaitu 10; 20; 30; 40 dan 50 menit. Hasil perhitungan luas permukaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Perbedaan nilai luas permukaan pada adsorben kulit pisang teraktivasi dengan adsorben kulit pisang tidak teraktivasi dapat dikarenakan adanya NaOH sebagai basa kuat yang dapat melarutkan pengotor yang menutupi pori. Pengotor pada pori dapat menghambat proses adsorpsi, jika pengotor tersebut larut maka akan memberikan situs aktif bagi adsorben, sehingga luas permukaan akan lebih besar. Besar luas permukaan adsorben akan mempengaruhi kapasitas adsorpsi dari adsorben tersebut. Semakin besar luas permukaan adsorben maka kapasitas adsorpsi dari adsorben tersebut akan semakin besar, begitu pula sebaliknya.

Tabel 1. Luas Permukaan Adsorben Kulit Pisang Hijau, Pisang Kepok dan Pisang Susu

Waktu / t (menit)	Jenis Adsorben					
	Kulit Pisang Hijau		Kulit Pisang Kepok		Kulit Pisang Susu	
	Aktif S (m ² /g)	Tidak Aktif S (m ² /g)	Aktif S (m ² /g)	Tidak Aktif S (m ² /g)	Aktif S (m ² /g)	Tidak Aktif S (m ² /g)
10	36,1268	35,6070	35,4739	35,5747	35,8979	35,5158
20	36,0752	34,1963	35,7614	35,2847	35,9149	35,8534
30	36,2496	34,4099	35,2745	35,0910	36,0177	34,7586
40	36,2804	36,3167	35,4642	35,2828	35,4727	35,8281
50	36,3586	36,0229	35,7914	35,3666	35,8860	36,0080
Rata-rata	36,2181	35,3105	35,5531	35,3199	35,8378	35,7928

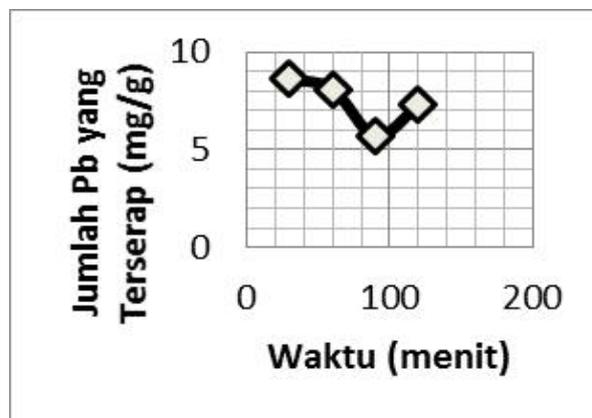
Tabel 2. Waktu Setimbang Adsorben Kulit Pisang Hijau, Pisang Kepok dan Pisang Susu Teraktivasi

Waktu (menit)	Jumlah Pb yang terserap (mg/g)		
	Adsorben Kulit Pisang Hijau Teraktivasi	Adsorben Kulit Pisang Kepok Teraktivasi	Adsorben Kulit Pisang Susu Teraktivasi
30	8,6294	6,0727	7,0443
60	8,1030	3,3833	8,0050
90	5,6982	3,5728	8,3726
120	7,2673	3,6423	6,5585

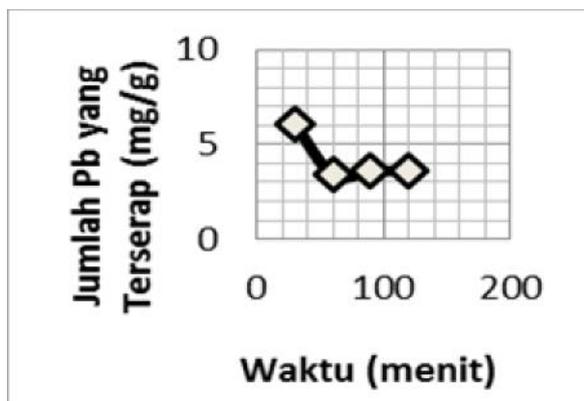
Penentuan Waktu Setimbang

Penentuan waktu setimbang adsorben ini bertujuan untuk mengetahui dan menentukan waktu optimal logam Pb dapat teradsorpsi secara maksimal oleh adsorben kulit pisang hijau, pisang kepok dan pisang susu teraktivasi NaOH. Waktu setimbang adsorben kulit pisang hijau, pisang kepok dan pisang susu teraktivasi NaOH dapat diketahui dengan membuat grafik antara banyaknya Pb yang teradsorpsi (mg/g) terhadap waktu interaksi. Waktu setimbang adsorben tercapai ketika terjadi kesetimbangan antara fasa permukaan (adsorbat yang terserap oleh adsorben) dengan fasa ruah (adsorbat yang tersisa dalam larutan) (Herawati, 2009). Berdasarkan penelitian didapatkan hubungan antara waktu kontak dengan konsentrasi Pb yang teradsorpsi dapat dilihat pada Tabel 2.

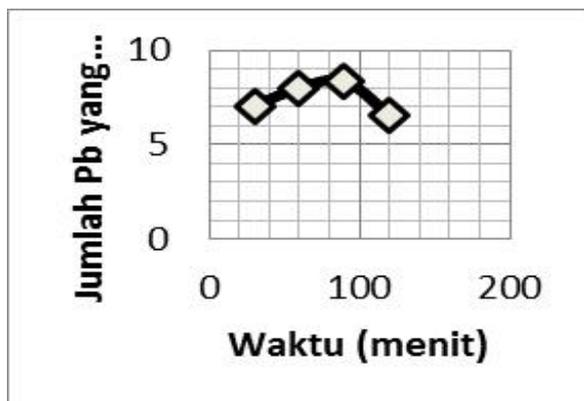
Grafik hubungan antara jumlah Pb terhadap waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 1, 2, dan 3.



Gambar 1. Pengaruh waktu terhadap adsorpsi Pb dengan jumlah Pb yang terserap pada adsorben kulit pisang hijau teraktivasi NaOH



Gambar 2. Pengaruh waktu terhadap adsorpsi Pb dengan jumlah Pb yang terserap pada adsorben kulit pisang kepok teraktivasi NaOH



Gambar 3. Pengaruh waktu terhadap adsorpsi Pb dengan jumlah Pb yang terserap pada adsorben kulit pisang susu teraktivasi NaOH

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa proses adsorpsi maksimum dari adsorben kulit pisang hijau dan adsorben kulit pisang kepok terjadi pada 30 menit, sedangkan pada adsorben

kulit pisang susu pada 90 menit. Jumlah logam Pb yang terserap oleh adsorben kulit pisang hijau dan adsorben kulit pisang kepok pada waktu setimbang 30 menit adalah 8,6294 mg/g dan 6,0727 mg/g. Sedangkan jumlah logam Pb yang terserap oleh adsorben kulit pisang susu pada waktu setimbang 90 menit adalah 8,3726 mg/g.

Setelah waktu interaksi tersebut, jumlah Pb yang teradsorpsi cenderung turun naik tetapi tidak lebih tinggi penyerapannya dibandingkan pada waktu 30 menit untuk adsorben kulit pisang hijau dan kulit pisang kepok, serta 90 menit untuk adsorben kulit pisang susu. Hal ini disebabkan karena setelah mencapai waktu optimum, ikatan antara adsorbat ion Pb dengan adsorben kulit pisang hijau, kepok dan susu cenderung lepas karena ikatan antara adsorben dengan ion Pb sangat lemah. Mudah lepasnya Pb pada adsorben mengindikasikan bahwa jenis interaksi yang terjadi adalah interaksi fisik. Lemahnya ikatan antara adsorben dan adsorbat setelah waktu setimbang dikarenakan ikatan antara adsorbat-adsorbat lebih kuat dibandingkan dengan ikatan adsorbat-adsorben.

Penentuan Isoterm Adsorpsi

Penentuan isoterm adsorpsi dari adsorben kulit pisang hijau, pisang kepok dan pisang susu teraktivasi NaOH, bertujuan untuk menentukan banyaknya jumlah Pb yang dapat diadsorpsi oleh adsorben dari masing-masing kulit pisang teraktivasi tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan berbagai variasi konsentrasi logam Pb yaitu 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm dan 200 ppm. Hasil analisa variasi konsentrasi Pb terhadap banyaknya Pb yang teradsorpsi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Isoterm Adsorpsi Adsorben Kulit Pisang Hijau, Kepok dan Susu Teraktivasi NaOH

Konsentrasi (ppm)	Jumlah Pb yang terserap (mg/g)		
	Adsorben Kulit Pisang Hijau Teraktivasi	Adsorben Kulit Pisang Kepok Teraktivasi	Adsorben Kulit Pisang Susu Teraktivasi
50	4,6875	4,5395	4,5282
100	8,6265	6,3926	8,7430
150	6,0710	4,7340	3,8312
200	4,6635	2,0413	3,4573

Tabel 4. Kapasitas Adsorpsi Adsorben Kulit Pisang Hijau, Kepok dan Susu Teraktivasi NaOH

Konsentrasi Pb Awal (ppm)	Jumlah Pb yang terserap (mg/g)		
	Adsorben Kulit Pisang Hijau Teraktivasi	Adsorben Kulit Pisang Kepok Teraktivasi	Adsorben Kulit Pisang Susu Teraktivasi
100	6,9902	5,3108	6,6906
	6,9882	5,3248	6,6753
	7,0283	5,2879	6,6892
Rata-rata	7,0022	5,3078	6,6850

Tabel 3, menunjukkan bahwa pada konsentrasi 100 ppm, logam Pb dapat teradsorpsi maksimum oleh adsorben kulit pisang hijau, pisang kepok dan pisang susu teraktivasi NaOH. Setelah konsentrasi 100 ppm, proses adsorpsi mengalami penurunan terus hingga konsentrasi 200 ppm. Semakin besar konsentrasi ion Pb yang terlarut dalam larutan maka semakin banyak jumlah konsentrasi ion Pb yang teradsorpsi pada permukaan adsorben, tetapi akan mengalami penurunan apabila telah mengalami kesetimbangan. Hal ini disebabkan karena interaksi antara permukaan adsorben dengan adsorbat semakin besar akibat kelimpahan ion Pb pada larutan, sehingga apabila belum mencapai setimbang, konsentrasi ion Pb yang terlarut dalam larutan semakin banyak maka gaya tarik menarik antara ion Pb dengan permukaan adsorben juga semakin besar tetapi akan menurun setelah tercapainya kesetimbangan. Hal ini disebabkan karena adsorben mengalami kejenuhan dan adsorbat akan lepas karena ikatannya sangat lemah.

Pola isoterm yang mungkin terjadi pada proses adsorpsi ini adalah isoterm adsorpsi Freundlich. Dimana isoterm adsorpsi Freundlich memiliki beberapa asumsi yaitu adsorben mempunyai permukaan yang heterogen. Setiap molekul adsorben mempunyai potensi penyerapan yang berbeda-beda (*multilayer*), teori isoterm adsorpsi Freundlich ini berlaku untuk adsorpsi fisika yaitu membentuk lapisan *multilayer* (Kriswiyanti dan Danarto, 2007).

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Adsorben

Penentuan kapasitas adsorpsi dari adsorben kulit pisang hijau, pisang kepok dan pisang susu teraktivasi dilakukan pada konsentrasi (isoterm adsorpsi) dan waktu setimbang yang telah

diketahui sebelumnya. Penentuan kapasitas adsorpsi ini bertujuan untuk mengetahui jumlah Pb yang terserap secara optimum pada tiap gram adsorben teraktivasi. Hasil analisis kapasitas adsorpsi masing-masing adsorben ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi dari adsorben kulit pisang hijau, pisang kepok dan pisang susu teraktivasi yang paling baik adalah adsorben kulit pisang hijau teraktivasi NaOH dimana jumlah Pb yang terserap sebesar 7,0022 mg/g. Adsorben terbaik ke 2 adalah adsorben kulit pisang susu teraktivasi yang dapat mengadsorpsi Pb 6,6850 mg/g, dan adsorben yang kapasitas adsorpsinya paling rendah adalah adsorben kulit pisang kepok teraktivasi dengan jumlah Pb yang terserap 5,3078 mg/g.

Kapasitas adsorpsi dari adsorben kulit pisang hijau teraktivasi menunjukkan hasil paling tinggi, hal ini dapat dipengaruhi oleh luas permukaan adsorben kulit pisang hijau yang lebih tinggi dibandingkan dengan adsorben kulit pisang kepok dan pisang susu teraktivasi, yaitu 36,2181 m²/g. Luas permukaan adsorben akan mempengaruhi kemampuan adsorben tersebut mengadsorpsi suatu senyawa, dimana luas permukaan berbanding lurus dengan kapasitas adsorpsi. Semakin besar luas permukaan adsorben maka semakin besar pula kapasitas adsorpsinya, begitu pula sebaliknya. Rendahnya kapasitas adsorpsi dari adsorben kulit pisang kepok teraktivasi (5,3078 mg/g) dikarenakan luas permukaan adsorbennya yang rendah, meskipun perlakuan yang diberikan terhadap masing-masing sampel adalah sama namun jika luas permukaan adsorben kecil maka kapasitas adsorpsinya pun kecil.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Luas permukaan adsorben kulit pisang teraktivasi berturut-turut dari yang paling besar adalah adsorben kulit pisang hijau (36,2181 m²/g), kulit pisang susu (35,8378 m²/g) dan kulit pisang kepok (35,5531 m²/g). Sedangkan luas permukaan adsorben kulit pisang tidak teraktivasi berturut-turut dari yang paling besar adalah adsorben kulit pisang susu (35,7928 m²/g), kulit pisang kepok (35,3199 m²/g) dan kulit pisang hijau (35,3105 m²/g).
2. Waktu setimbang untuk adsorben kulit pisang hijau teraktivasi dan adsorben kulit pisang kepok teraktivasi adalah sama-sama 30 menit, sedangkan untuk adsorben kulit pisang susu teraktivasi adalah 90 menit.
3. Konsentrasi setimbang dari adsorben kulit pisang hijau, pisang kepok dan pisang susu teraktivasi adalah sama-sama 100 ppm. Pola isoterm dari adsorben kulit pisang hijau, pisang kepok dan pisang susu teraktivasi mengikuti pola isoterm adsorpsi Freundlich.
4. Kapasitas adsorpsi berturut-turut dari yang paling besar adalah adsorben kulit pisang hijau teraktivasi (7,0022 mg/g), kulit pisang susu teraktivasi (6,6850 mg/g) dan kulit pisang kepok teraktivasi (5,3078 mg/g)

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan simpulan, maka dapat disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut tentang adsorben kulit pisang dengan menggunakan aktivator NaOH 5% atau basa kuat lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas saran dan masukannya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Castro, G., Caetano L, Ferreira G, Padilha P, Margarida J, Zara F., and Antonio M, 2011, *Journal of American Chemical Society*, 50 : 3446-3451
- Giri, Henny P.D., 2013, Optimasi Adsorpsi Cr(VI) Pada Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Termodifikasi Difenilkarbazon dan Difenilkarbazida, *Skripsi*, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran
- Hendrik, John W., 2012, Studi Adsorpsi Ion Logam Crom (III) Menggunakan Kulit Pisang Kepok (*Musa normalis* L), *Skripsi*, Universitas Negeri Papua, Monokwari
- Herawati, M.A.D.R, dan Puguh, P.W., 2009, Produksi Isopropil Alkohol Murni untuk Aditif Bensin yang Ramah Lingkungan Sebagai Wujud Pemanfaatan Produk Samping Pada Industri Gas Alam, *Jurnal Kimia*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuab Alam Universitas Negeri Malang, Malang.
- Kriswiyanti, E.A dan Danarto, Y.C., 2007, Model Kesetimbangan Adsorpsi Cr Dengan Rumput Laut, *Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, UNS, Ekuilibrium*, 6 (2) : 47-52
- Kurniasari, Laeli., 2012, Pemanfaatan Mikroorganisme dan Limbah Pertanian sebagai Bahan Baku Biosorben Logam Berat, *Disertasi*, Universitas Wahid Hasyim, Semarang
- Megawati, N.M.S., 2013, Pemanfaatan Arang Batang Pisang (*Musa paradisiacal*) Untuk Menurunkan Kesadahan Air, *Jurnal Kimia*, 7 () :
- Srivastava, S. & Goyal, P., 2010, *Novel Biomaterials Decontamination of Toxic Metals from Wastewater*, Springer-Verlag, Heidelberg
- Suhartini, Meri., 2012, *Modifikasi Limbah Kulit Pisang untuk Adsorben Ion Logam Mn(II) dan Cr(VI)*, Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR) – BATAN, Jakarta 24 April 2014