

Penentuan Kapasitas Serapan Ion Fosfat oleh Sedimen Limbah Tambang Batu Kapur di Bukit Karang Putih Indarung Padang

Gustia Dona Maya¹, Indang Dewata², Hardeli³

Jurusan Kimia, Universitas Negeri Padang
Jl. Prof. Dr Hamka Air Tawar Barat Padang

¹gustia.dona@yahoo.com, ²i_dewata@yahoo.com, ³hardeli1@yahoo.com

Abstrak— Telah dilakukan penelitian tentang penentuan kadar logam Ca, Al, Fe dan uji kapasitas serapan ion fosfat oleh sedimen limbah tambang batu kapur di bukit karang putih. Pemilihan lokasi pengambilan sampel berdasarkan atas teknik random yang tersebar menjadi 7 titik sampling antara lain, satu titik di hulu, dua titik di lingkungan tambang, dua titik di Sungai Batang Idas dan dua titik di hilir. Hasil penelitian di dapatkan kadar logam Ca dalam persen (%) pada 7 titik sampel berturut-turut adalah sebagai berikut 0,27; 29,67; 29,97; 27,97; 11,28; 9,75; 2,94, dan kadar logam Al dalam persen pada 7 titik sampel berturut-turut adalah 0,025; 0,027; 0,035; 0,036; 0,038; 0,039; 0,041, serta kadar logam Fe dalam persen pada 7 titik sampel berturut-turut adalah 4,15; 1,37; 2,24; 2,07; 3,51; 3,04; 3,17. Kapasitas serapan ion fosfat dalam mg/g pada 7 titik sampel berturut-turut adalah sebagai berikut 6,1; 3,1; 100; 0,4; 2,4; 2,2; 2,9 m. Kesimpulan, kadar logam Ca lebih tinggi bila dibandingkan dengan logam Al dan Fe sehingga logam Ca berperan dalam penyerapan ion fosfat. Terbukti dari analisis korelasi menunjukkan bahwa logam Ca berkorelasi positif dengan Q_{maks} , sedangkan dengan logam Al dan Fe berkorelasi negatif. Pemodelan isoterm Langmuir lebih tepat dari pada pemodelan isoterm Freundlich karena kapasitas serapan ion fosfat (Q_{maks}) dan regresi (R^2) nya lebih tinggi yaitu berturut-turut 100 mg/g dan 0,997mg/g.

Kata kunci— ion fosfat, adsorpsi, sedimen

I. PENDAHULUAN

Bukit Karang Putih merupakan lokasi penambangan batu kapur yang mempunyai luas kurang dari 1,6 Km². Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Direktorat Geologi tahun 1974, bahwa cadangan batu kapur yang terdapat di Bukit Karang Putih adalah sebesar 404.437.044 ton yang merupakan cadangan batu kapur terbesar di Indonesia. Batu kapur didapatkan dengan cara melakukan aktivitas penambangan di Bukit Karang Putih dengan sistem penambangan terbuka. Aktivitas penambangan batu kapur menyebabkan air sungai menjadi keruh Dominasi CaO di sekitar sungai, menyebabkan kalsium oksida memegang peranan penting dalam proses geokimia di sungai. Senyawa kalsium Oksida ini dapat menyerap senyawaan fosforus dan menyebabkan rendahnya konsentrasi fosfat. Salah satu bentuk fosforus yang sangat penting adalah ion fosfat (PO_4^{3-}). Ion ini sangat dibutuhkan oleh tanaman pertanian seperti Padi. Ketersediaan fosfat di perairan sangat dipengaruhi oleh sifat fosfat yang mudah terserap oleh sedimen

II. AREA, MATERIAL DAN METODE

A. Area

Bukit Karang Putih terletak di Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan ± 2 km dari pabrik Semen Padang

ke arah selatan Indarung secara geografis terletak pada koordinat 100° 24' 31" BT – 100° 25' 04" BT dan 00° 57' 47" LS – 01° 00' 48" LS [16].

Pemilihan lokasi sampling dilakukan secara random yaitu meliputi satu titik di hulu, dua titik di lingkungan tambang, dua titik di Sungai Batang Idas dan dua titik di hilir.



B. Sedimen dan analisis

Sampel sedimen diambil di tujuh titik yang berbeda pada bulan Maret 2012. Sampel disimpan di dalam plastik dan di analisa di laboratorium. Sedimen di destruksi dan di analisa unsur Ca, Al dan Fe dengan spektroskopi serapan atom (SSA)

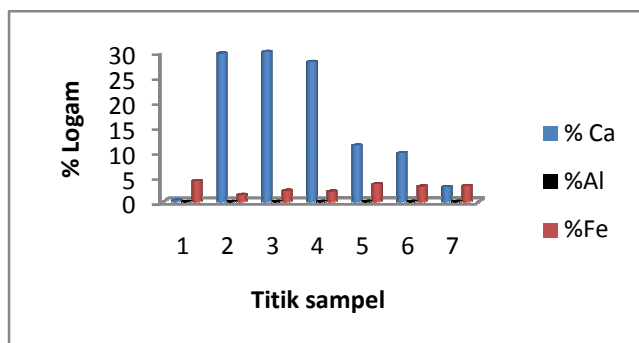
Eksperimen penyerapan ion fosfat

Sebanyak 0,2 g sedimen kering ditimbang di dalam Erlenmeyer 100 mL dan ditambahkan 20 mL larutan fosfat dengan variasi konsentrasi yaitu 2, 5, 10, 20, dan 30 mg/L. Sedimen yang telah ditambahkan berbagai variasi konsentrasi fosfat tersebut kemudian dikocok menggunakan shaker selama 24 jam [3]. Untuk memisahkan antara substrat dan supernatan maka dilakukan dengan memasukkan ke dalam tabung sentrifuga 15 mL dan dilakukan pemisahan menggunakan sentrifuga pada 5,000 rpm selama 15 menit. Supernatan kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring dan kemudian dianalisis ortofosfatnya (PO_4^{3-}). Kapasitas sedimen dalam menyerap fosfat didapatkan dengan memasukkan hasil ekperimental di atas ke dalam persamaan isothermal Langmuir dan Freundlich.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Konsentrasi Logam Ca, Al dan Fe pada Sedimen

Hasil analisis logam pada sedimen dari 7 titik sampel



Gambar 2. Persentase Logam Ca, Al dan Fe pada Sedimen di setiap Titik Sampel

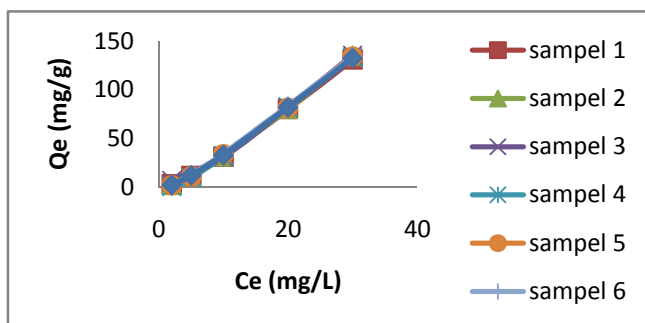
Gambar di atas memperlihatkan bahwa logam Ca adalah logam yang paling tinggi konsentrasinya bila dibandingkan dengan logam lainnya. Kadar logam Ca terbesar terdapat di areal tambang sedangkan hulu dan hilir kecil.

B. Kapasitas Serapan Ion Fosfat oleh Sedimen

Kapasitas serapan pada beberapa konsentrasi fosfat yang berbeda dapat digambarkan prosesnya dengan isothermal penyerapan pada suhu kamar. Persamaan yang biasa digunakan dalam proses penyerapan fosfat menggunakan sedimen adalah isothermal Langmuir dan Freundlich [27].

Isotermal penyerapan fosfat pada sedimen di setiap sampel dapat dilihat pada Gambar 3, yang menunjukkan hubungan antara jumlah fosfat yang terserap/g sedimen (Q_e ,

mg/g) dengan konsentrasi fosfat awal yang ditambahkan (C_e , mg/L).



Gambar 3. Penyerapan isothermal fosfat pada sedimen di setiap titik sampel

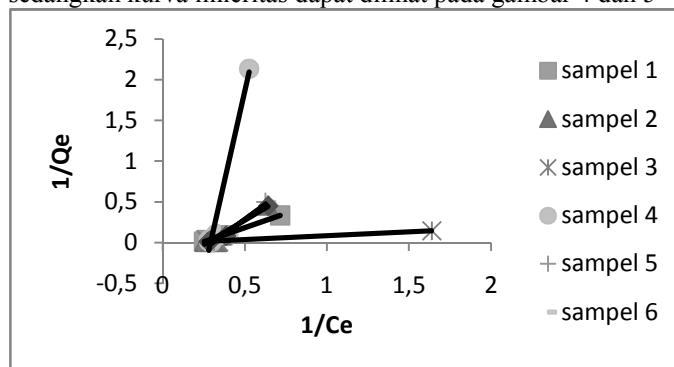
Gambar di atas menunjukkan laju penyerapan menaik seiring dengan bertambahnya konsentrasi awal ion fosfat. Pengujian hubungan antara sejumlah fosfat yang terserap dengan konsentrasi awal fosfat dilakukan dengan memodelkannya pada persamaan Langmuir dan Freundlich

Parameter hasil pemodelan dapat dilihat pada tabel 1,

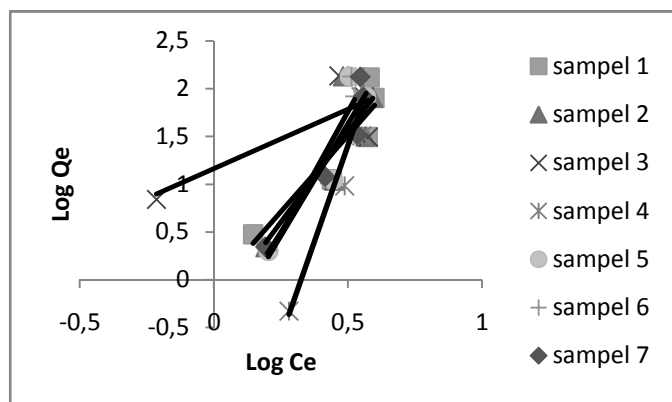
Tabel 1
Hasil Pemodelan Persamaan Langmuir dan Freundlich

Sampel	Freundlich		Langmuir	
	1/n	R ²	Q _{maks} (mg/g)	R ²
1	3,1907	0,8457	6,1	0,9970
2	3,778	0,7009	3,1	0,9575
3	1,2438	0,6845	100	0,9579
4	8,0446	0,8789	0,4	0,9809
5	4,686	0,8375	2,4	0,9867
6	5,087	0,9128	2,2	0,9748
7	4,3678	0,9037	2,9	0,9823

sedangkan kurva linieritas dapat dilihat pada gambar 4 dan 5



Gambar 4. Isoterm Adsorpsi Langmuir Sedimen di setiap titik sampel



Gambar 5. Isoterm Adsorpsi Freundlich Sedimen di setiap titik sampel

Hasil pengujian ini terlihat bahwa isotermal penyerapan antara sedimen dengan fosfat menggunakan persamaan Langmuir menghasilkan koefisien regresi lebih tinggi bila dibandingkan dengan persamaan Freundlich.

Dengan menggunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir, parameter penting yang bisa didapat adalah kapasitas penyerapan maksimum (Q_{max}) teoritik antara sedimen dan fosfat. Nilai Q_{max} dapat dilihat pada Tabel 2. Kapasitas penyerapan fosfat maksimum berkisar antara 0,4 - 100 mg/g, kapasitas tertinggi ditemukan pada sampel 3 di kolam sedimen yang memiliki kadar logam Ca tertinggi.

Dari hasil korelasi terlihat bahwa adanya korelasi yang kuat antara Q_{max} dan logam Ca dan tidak dengan Al dan Fe.

Tabel 2
Hasil korelasi antara Logam Ca, Al dan Fe dengan Q_{maks}

	Q_{maks}	Ca	Fe
Ca	*0,451		
Fe	-0,232	-0,909	
Al	-0,023	-0,127	0,064

C. Isoterm Adsorpsi

1. Isoterm Adsorpsi Langmuir

$$Q_e = \frac{Q_{max} b C_e}{1 + b C_e} \quad (1)$$

$$C_e / Q_e = 1 / Q_{max} b + C_e / Q_{max} \quad (2)$$

2. Isoterm Adsorpsi Freundlich

$$Q_e = K_f C_e^{1/n} \quad (3)$$

$$\text{Log} Q_e = \text{Log} K_f + 1/n \text{Log} C_e \quad (4)$$

IV. KESIMPULAN

- Hasil analisis kisaran konsentrasi logam di setiap titik sampling sebagai berikut; logam Ca antara 0,27% - 29,97%, kadar logam Al berkisar antara 0,025% -

0,041% dan kadar logam Fe berkisar antara 1,37% - 4,15%.

- Kapasitas serapan ion fosfat oleh sedimen disetiap titik sampling berkisar antara 0,4 mg/g – 100 mg/g

DAFTAR PUSTAKA

- Anshori, Al Jamaluddin. 2005. "Spektroskopi Serapan Atom". Dari (<http://pustaka.unpad.ac.id>) . Diakses 4 Desember 2010.
- A.H. Pudjaatmaka and T.Q. Meity. 2004. *Kamus Kimia*. Jakarta: Balai Pustaka
- An XM, Li WC. 2008. Phosphate adsorption characteristics at the sediment–water interface and phosphorus fractions in Nansi Lake, China, and its main inflow rivers. *Environ Monit Assess* 148:173–184.
- APHA AWWA. 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21st Edition
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Bogor: Kanisius.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Universitas Indonesia: Jakarta.
- Lina, Rita. 2007. Kajian Kinetika Biosorpsi Kation Pb(II) oleh Biomassa *Cladophora fracta* yang Telah Diperlakukan dengan Metanol. Skripsi. UNP. Padang
- Manahan, Stanley E. 2001. "Frontmatter" *Fundamental Chemistry*. Boca Raton: CRC Press LLC.
- Nomosatryo, Sulung. 2011. Karakteristik Penjerapan Fosfat Antarmuka Sedimen-Air dan Fraksinasi Senyawaan Fosforus pada Sedimen Danau. Tesis. IPB. Bogor
- Okti, Febi Patria. 2008. Identifikasi Penyebab Kecelakaan Kerja yang Terjadi di Unit Produksi IV PT Semen Padang. FKM UI
- Pay, Drechsel, dkk. 2010. *Wastewater Irrigation and Health Assessing and Mitigating Risk in Low-Income Countries*. London: International Water Management Institute
- PT Sugih Cipta Sentosa. 2009. "Mineral bagi tanaman". Dari <http://www.sugihciptasantosa.com>. diakses tanggal 4 Desember 2011
- Rahmi, Fitra. 2011. Analisis Kandungan Logam Berat Fe, Cu, Pb dan Cd dalam Sedimen sekitar Keramba Jaring Apung di Perairan Danau Maninjau. Skripsi. UNAND. Padang
- Reddy R, DeLaune RD. 2008. *Biogeochemistry Of Wetlands: Science And Applications*. London: CRC Press.
- Rosben, Aguswar. 2011. Dampak Run Off dari Penambangan Batu Kapur PT. Semen Padang (persero) terhadap kualitas air Batang Idas dan Upaya Penanggulangannya pada Wilayah Bukit Karang Putih yang Sedang Ditambang). Tesis tidak dipublis. Padang: Universitas Negeri Padang
- Sihombing, Jhon Rudolf. 2011. Kajian Teknis Rancangan Peledakan Berdasarkan Pengukuran Getaran yang Ditimbulkan di Kuari Bukit Karang Putih PT. Semen Padang Sumatera Barat. Skripsi Sarjana Teknik Pertambangan. Fakultas Teknologi Mineral Institut Teknologi Medan dalam <http://www.scribd.com/doc/62627447/kajian-teknis-rancangan-peledakan-berdasarkan-pengukuran-getaran-yang-ditimbulkan-di-kuari-bukit-karang-putih-pt-semen-padang-sumatera-barat>
- Simbolon, Renita. 2011. Pengaruh Penambahan Arang Tongkol Jagung dan Serbuk Tongkol Jagung (*Zea mays*) terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe), Total Padatan Tersuspensi (TTS), Total Padatan Terlarut (TDS), Kekeruhan dan pH pada Air Rawa. Skripsi. Medan: FMIPA USU
- Skoog, DA., West, DM., dan Holler, Fj.. 1996. *Fundamentals of Analytical Chemistry*. Saunders College Publishing.
- Sparks. Donald L. 2003. *Environmental Soil Chemistry Second Edition*. USA: Academic Press.
- SNI 06-6989.56-2005. Air dan air limbah - Bagian 56 : Cara uji kadar kalsium (Ca) dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)
- SNI 06-6989.4-2009. Air dan air limbah – Bagian 4: Cara uji besi (Fe) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyata
- Sugiyarto, Kristian. H. 2003. *Dasar-Dasar Kimia Anorganik Logam*. Yogyakarta. FMIPA Yogyakarta.
- Sulaeman dkk. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Bogor: Balai Penelitian Tanah
- Tan, Kim. H. 1991. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

- [25] Tim Pelayanan Teknis PT Semen Padang. 1998. *Teknologi Semen*. Padang: PT Semen Padang.
- [26] Underwood & Day. 2002. *Quantitatif Analysis sixth Edition* (Lis Sopyan. Terjemahan). New York: Prentice- Hall. Buku asli diterbitkan tahun 1998.
- [27] Wang Y, Zhenyao S, Junfeng N, Liu R. 2009. Adsorption of phosphorus on sediments from the Three-Gorges Reservoir (China) and the relation with sediment compositions. *Journal of Hazardous Materials* 162:92–98.
- [28] Warmada, I Wayan dan Anastasia D.T. 2004. *Agromineralogi (Mineralogi untuk Ilmu Pertanian)*. Yogyakarta : Fakultas Teknik UGM
- [29] Winata, I Nyoman Adi, Siswoyo dan Tri Mulyono. 2000. *Perbandingan Kandungan P dan N Total dalam Air Sungai di Lingkungan Perkebunan dan Persawahan*. Jurnal ILMU DASAR, Vol. 1 No.1, 2000: 24-28 24.
- [30] Yanamadala, Vijay. 2005. Calcium Carbonate Phosphate Binding Ion Exchange Filtration and Accelerated Definition Improve Public Health Standarts and Combat Eutrophication in Aquatic Ecosystem. Cambridge, Massachusetts Amerika Serikat: NIH. *Jurnal Water Environ Res.* 2005; 77(7): 3003-3012. Harvard University