

# ANALISA KEMAMPUAN ADSORPSI TANAH JENIS LANAU KEPASIRAN (SANDY SILT) TERHADAP PHOSPAT SEBAGAI BAHAN AKTIF SODIUM TRIPOLYPHOSPATE INDUSTRI PENGOLAHAN UDANG (STUDI KASUS INDUSTRI PENGOLAHAN UDANG)

Nurandani Hardyanti<sup>\*)</sup>, Suparni Setyowati Rahayu<sup>\*\*)</sup>

## ABSTRACT

*Schrimp processing industry used Sodium Tripolyphosphat ( $Na_5P_3O_{10}$ ) with trademark Carfosel which contained 98% phosphate as sebagai tripolyphosphate (TPP). Schrimp processing industry produced phosphate waste water of 56 mg/l that will had serious problem to environment if it not treatment before. The purpose of this research was to know adsorption ability of ground type sandy silt to phosphate waste water and know the velocity and adsorption capacity of ground type sandy silt as adsorbent of phosphate waste water. It was done by using batch and continuous process with ground type sandy silt as medium. Free variables of batch process are ground weight of 20 g, time period and concentration variations of 35 mg/l, 45 mg/l, 55 mg/l, 65 mg/l, and 75 mg/l. On continuous process used loading waste 583,63 cm<sup>3</sup>/day, thick of ground type sandy silt 3 cm and concentration free variables of 35 mg/l and 45 mg/l. Fixed variables are the effluent concentration. The result shown that removal efficiency in batch process of 35 mg/l and 45 mg/l are 96,98% and 95,01% and adsorption ability ground type sandy silt of 35 mg/l was 95,23% with adsorption velocity ( $k_1$ ): 0,141 ml/mg.st dan adsorption capacity ( $q_0$ ):  $2,2984 \cdot 10^6$  mg/mg.*

**Key words:** *Schrimp processing industry, adsorption, ground type sandy silt, phosphate waste water*

## PENDAHULUAN

Sodium Tripolyphosphate (STPP) merupakan senyawa yang sering ditambahkan dalam industri makanan sebagai zat aditif untuk membuat warna produk (udang) lebih cemerlang dan menambah kekenyalan sehingga tidak mudah rusak/hancur (Siagian, 2002). Sebagai salah satu industri pengeksport udang, PT. Istana Cipta Sembada Cold Storage, Banyuwangi menggunakan zat aditif ini dalam rangka meningkatkan nilai jual produk udang beku agar sesuai dengan permintaan konsumen pada proses peningkatan mutu produk (*value added*).

Permasalahan muncul saat limbah cair Sodium tripolyphosphat dibuang langsung di halaman sekitar pabrik padahal kandungan fosfat pada limbah cukup tinggi, yaitu 54,56 mg/l (Hasil Pengamatan, 2006).

Berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur no 45 tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair, kadar fosfat yang diperbolehkan dibuang secara bebas untuk Industri Cold Storage belum diatur. Pada lampiran Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur no 45

tahun 2002 tentang kategori Industri Yang Belum Diatur Dalam Keputusan, kadar fosfat yang diijinkan juga tidak diatur. Namun secara khusus kadar fosfat dalam limbah cair yang diijinkan diatur untuk kategori industri detergen dan sabun, yaitu sebesar 10 mg/l. Apabila kategori ini dijadikan acuan perbandingan maka kadar fosfat pada limbah cair Sodium tripolyphosphat PT. Istana Cipta Sembada diatas baku mutu yang diperbolehkan.

Selain menimbulkan dampak bagi manusia air limbah yang mengandung fosfat tinggi dapat mengganggu habitat air sebab akan menimbulkan *eutrofikasi*, yaitu berkembang pesatnya pertumbuhan alga dan eceng gondok akibat masuknya unsur nitrat dan fosfat secara berlebih. *Eutrofikasi* ini menyebabkan organisme seperti ikan-ikan di perairan tersebut menjadi mati disebabkan terhambatnya sinar matahari yang masuk dalam air sehingga kebutuhan oksigen dalam air berkurang. (Alaerts, Santika, 1984).

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa kemampuan adsorpsi tanah terhadap kontaminan fosfat.

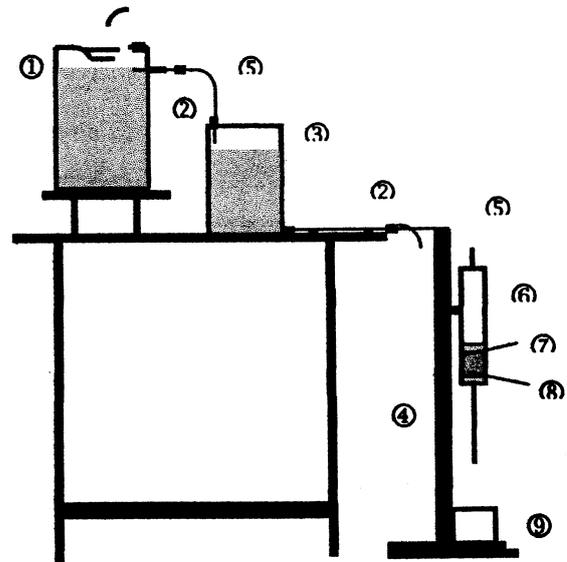
**METODOLOGI PENELITIAN**

Pada penelitian ini proses adsorpsi dibagi menjadi 2 tahap, yaitu : *Tahap Pertama*, Sistem Batch dan *Tahap Kedua*, Sistem Kontinu.

Percobaan batch merupakan percobaan sederhana walaupun kurang efisien. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat adsorpsi tanah terhadap kontaminan dalam kondisi statis, karakteristik adsorbat dan adsorben (tanah) yang dinyatakan hubungan antara penurunan konsentrasi adsorbat (phospat) dan berat adsorben (tanah) dalam suatu koefisien dari persamaan yang ada, yaitu persamaan Freundlich dan Langmuir. Dari kedua persamaan ini kemudian dipilih yang lebih signifikan untuk digunakan.

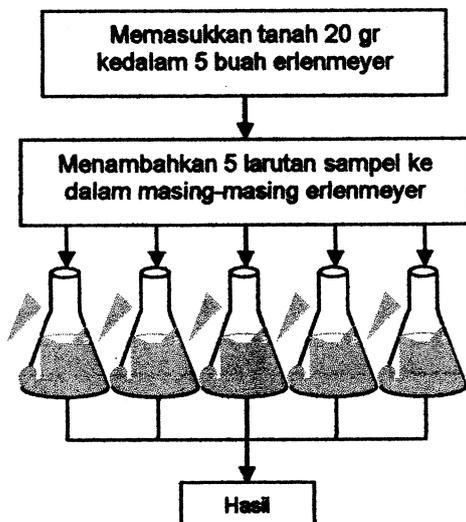
Pada percobaan kontinu digunakan kolom setinggi 30 cm yang berisi media tanah untuk mengetahui kemampuan, kecepatan ( $k_1$ ), dan kapasitas ( $q_0$ ) adsorpsi tanah terhadap phospat. Penurunan konsentrasi yang terjadi diformulasikan kedalam persamaan Thomas. Sehingga dihasilkkan model yang sesuai.

Untuk skema alat pada tiap percobaan batch dan kontinu dapat dilihat pada gambar 1 dan 2 berikut ini. Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini secara rinci dapat dilihat pada gambar 3.



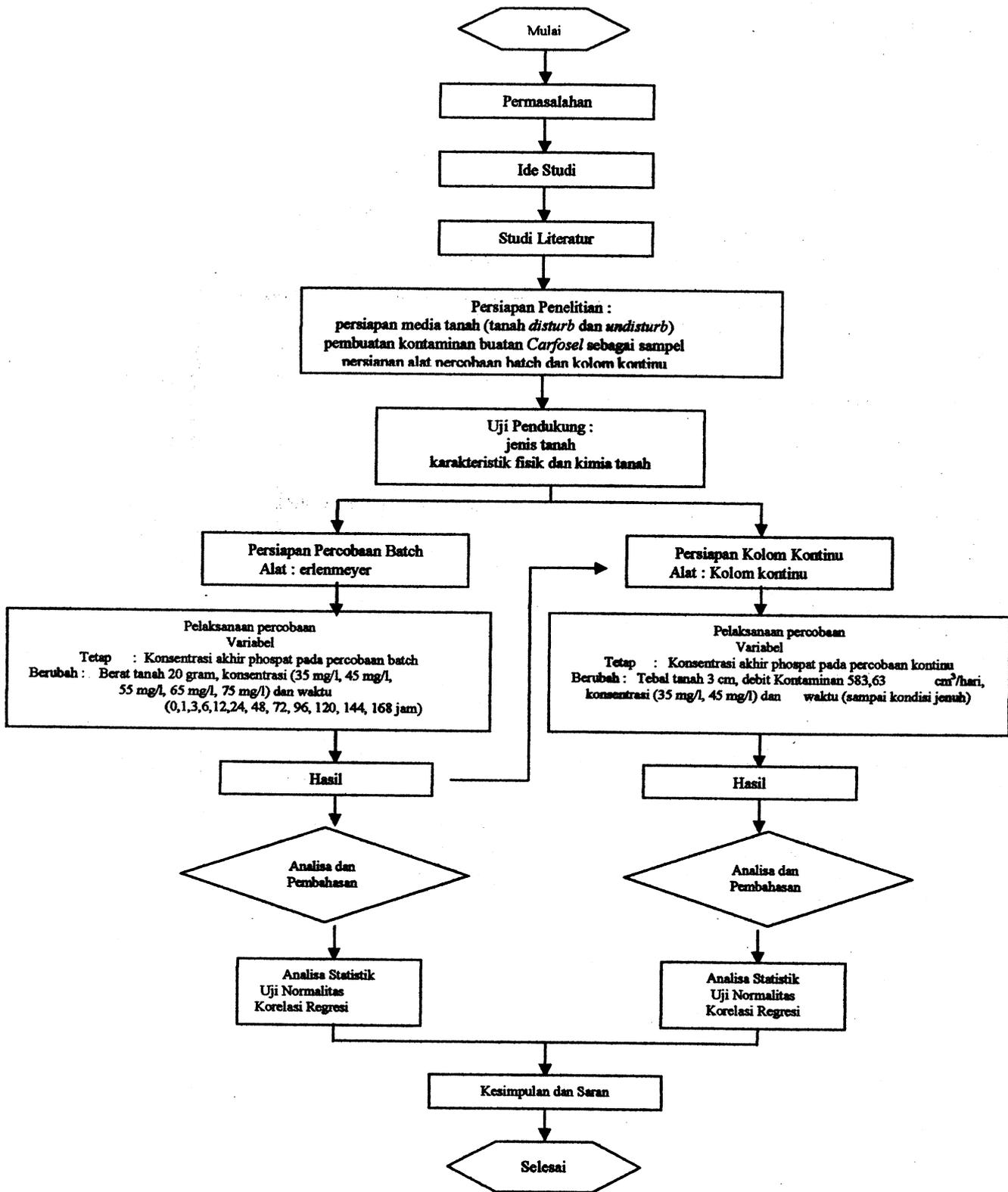
- Keterangan :
1. Bak penampung umpan
  2. Kran pengatur debit
  3. Bak umpan
  4. Statif
  5. Pipa penyalur
  6. Kolom Kontinyu
  7. Tanah (Adsorben)
  8. Pasir kuarsa
  9. Bak penampung efluen

Gambar 2. Rangkaian Percobaan Kontinu  
 Sumber: Hasil Penelitian, 2006



Gambar 1 Rangkaian Percobaan Batch  
 Sumber: Hasil Penelitian, 2006

Desain kolom kontinu berdasarkan Notodarmojo (2005) dengan kriteria desain panjang antara 10-40 cm diameter 2,5 cm.

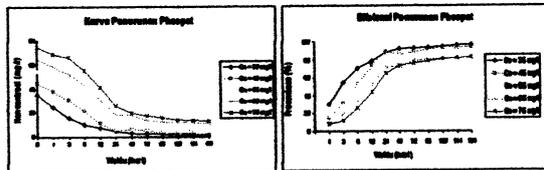


Gambar 3 Tahapan Penelitian  
 Sumber: Hasil Penelitian, 2006

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Percobaan Batch

Tahap percobaan batch dilakukan terhadap lima konsentrasi yang berbeda. Penurunan konsentrasi fosfat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 4 Penurunan Konsentrasi Fosfat dan Efisiensi Penyisihan pada Percobaan Batch

Sumber: Hasil Penelitian, 2006

Gambar 4 memperlihatkan bahwa waktu berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan konsentrasi fosfat. Semakin lama waktu kontak maka penurunan konsentrasi semakin besar. Penyisihan optimal terjadi pada konsentrasi 35 mg/l dan 45 mg/l, yaitu 96.98% dan 95.01%.

Penurunan konsentrasi fosfat terhadap fungsi waktu terbesar terjadi pada 24 jam pertama. Hal tersebut menyatakan bahwa 24 jam pertama adalah saat proses penyerapan fosfat oleh tanah paling optimal. Kesetimbangan tercapai pada waktu 5 hari.

Konsentrasi pada saat setimbang ini dimasukkan dalam persamaan isoterm Freundlich dan isoterm Langmuir untuk mendapatkan karakteristik proses adsorpsi. Kedua persamaan ini dicari yang mempunyai nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) terbesar. Isoterm dengan  $R^2$  terbesar inilah yang akan digunakan sebagai model.

Tabel 1 Perbandingan Hasil Isoterm Freundlich dan Langmuir

Keterangan	Isoterm Freundlich	Isoterm Langmuir
slope	0,2338	0,0016
intercept	2,5117	0,0022
k	324,863	1,0051
$R^2$	0,9731	0,9854
Model Persamaan	$\frac{x}{m} = 324,863 C^{0,2338}$	$\frac{x}{m} = 1,0051 C^{0,0016}$

Sumber: Hasil Penelitian, 2006

Dari model persamaan tabel 1 dapat dihitung  $x/m$  kelima variasi konsentrasi dari persamaan Freundlich dan Langmuir. Perbandingan hasil  $x/m$  antara percobaan dan model dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2 Korelasi Antara  $x/m$  Percobaan Laboratorium dan  $x/m$  Model

Persamaan	Tingkat Signifikan	Keterangan Signifikansi	Persamaan Terpilih
Freundlich	0,972	Signifikan	Freundlich
Langmuir	0,001	Tidak	

Sumber: Hasil Penelitian, 2006

Berdasarkan tabel 2 diketahui bahwa bahwa rata-rata  $x/m$  percobaan laboratorium dan  $x/m$  model yang dihasilkan isoterm Freundlich tidak ada perbedaan yang signifikan, sedangkan pada isoterm Langmuir terdapat perbedaan yang signifikan. Oleh sebab itu model dari persamaan Freundlich lebih signifikan digunakan sebagai persamaan dasar untuk percobaan ini.

Penggunaan isoterm Freundlich ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi fosfat oleh tanah jenis *sandy silt* termasuk adsorpsi fisik karena isoterm Freundlich mengasumsikan bahwa ada distribusi pada tanah yang mempunyai afinitas berbeda untuk setiap kontaminan fosfat sehingga hal ini menyebabkan gaya *Van der Waals* (Montgomery, 1985). Gaya ini terjadi karena adanya gaya tarik menarik yang lemah antar molekul fosfat dan molekul dalam sehingga kontaminan fosfat tertarik ke permukaan adsorben (tanah). Hal ini menyebabkan semakin lama pada permukaan adsorben akan terbentuk satu lapisan (*monolayer*). Adanya gaya tarik yang lemah ini memungkinkan kontaminan fosfat berpindah pada permukaan adsorben yang lain sehingga permukaan yang terdiri dari satu lapis ini kemudian dipenuhi oleh beberapa lapis (*multilayer*) (Sawyer, 2003).

### Percobaan Kontinu

Percobaan adsorpsi secara kontinu dengan menggunakan variasi konsentrasi optimum batch, yaitu 35 mg/l dan 45 mg/l.

Tabel 3 Waktu Titik Tembus dan Waktu Jenuh pada Percobaan Kontinu

Keterangan	Konsentrasi	
	35 mg/l	45 mg/l
Titik Tembus (hari)	1,35	0,85
Kondisi Jenuh (hari)	17,44	15,45
Efisiensi (%)	95,23	93,31

Sumber: Hasil Penelitian, 2006

Tabel 3 terlihat bahwa titik tembus dan pencapaian kondisi jenuh pada konsentrasi 45 mg/l lebih cepat daripada 35 mg/l. Hal ini

disebabkan konsentrasi kontaminan yang ada pada influen mempengaruhi kondisi tanah. Semakin tinggi konsentrasi influen maka semakin besar pula kapasitas adsorpsi tanah terhadap kontaminan sehingga tanah semakin cepat jenuh. Kondisi ini mengakibatkan waktu untuk mencapai titik jenuh dan titik tembus semakin cepat. Pada kisaran yang ekstrim alkalin, misal pH 8, fosfat-Ca berada pada bentuk tidak larut. Bentuk fosfat yang tidak larut ini dapat mengendap dalam tanah sehingga tingkat kejenuhan tanah meningkat (Tan, 1998).

Efisiensi penyerapan tanah terhadap fosfat pada hari ke-1 saat konsentrasi 35 mg/l sebesar 95,23% dan 93,31% saat konsentrasi 45 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa tanah mampu mengadsorpsi kontaminan fosfat.

Untuk menghitung nilai  $k_1$  dan  $q_0$  maka data percobaan eksperimen kolom kontinu yang sudah diperoleh digunakan untuk membuat grafik antara  $\ln(C_0/C-1)$  sebagai sumbu y dan volume sebagai sumbu x sehingga diketahui persamaan Thomas sebagai berikut :

Tabel 4 Persamaan Thomas

Keterangan	Konsentrasi	
	35 mg/l	45 mg/l
( $k_1$ )	0,141 ml/mg.dtk	0,111 ml/mg.dtk
( $q_0$ )	$2,2984 \cdot 10^{-6}$ mg/mg	$2,673 \cdot 10^{-6}$ mg/mg
Persamaan Thomas	$\frac{C_0}{C} = 1 + e^{-\frac{0,141}{2,2984} \cdot V}$	$\frac{C_0}{C} = 1 + e^{-\frac{0,111}{2,673} \cdot V}$

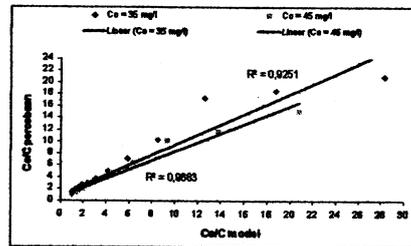
Sumber : Hasil Penelitian, 2006

Dari persamaan dapat diketahui bahwa proses adsorpsi kontaminan fosfat oleh tanah pada konsentrasi 35 mg/l lebih cepat daripada konsentrasi 45 mg/l. Kapasitas adsorpsi tanah ( $q_0$ ) terhadap kontaminan fosfat pada konsentrasi 45 mg/l terlihat lebih besar daripada saat konsentrasi 35 mg/l. Hal inilah yang menyebabkan tanah lebih cepat jenuh.

Apabila persamaan Thomas kedua konsentrasi digunakan untuk menghitung Co/C maka akan diperoleh perbandingan antara Co/C hasil perhitungan model dengan Co/C hasil percobaan seperti pada gambar 5.

Pada gambar 5 terlihat bahwa nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) kedua konsentrasi mendekati 1. Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa korelasi antara Co/C

percobaan dengan perhitungan model untuk konsentrasi 35 mg/l sebesar 0,962 dan 0,984 pada konsentrasi 45 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa Co/C yang diperoleh dari model tidak berbeda signifikan dengan Co/C yang dihasilkan percobaan.



Gambar 5 Perbandingan antara Co/C Percobaan dengan Co/C Model (Debit = 583,63 ml/hari)

Sumber : Hasil Penelitian, 2006

Apabila alat proses kontinu diaplikasikan dilapangan dengan debit ( $Q$ ) =  $3 \text{ m}^3/\text{hr}$  maka akan memerlukan tangki dengan dimensi  $d:t = 0,95:1$  (dalam meter) dengan massa tanah seberat 576,391 kg. Biaya investasi pengolahan limbah/ $\text{m}^3$  adalah sebesar Rp 2.301,-

## KESIMPULAN

Tanah jenis *sandy silt* memiliki kemampuan penyerapan (adsorpsi) terhadap fosfat sebagai bahan aktif *Sodium Tripolyphosphate* sebesar 82,72% pada eksperimen batch dan 94,5% pada eksperimen kolom kontinu dengan penyerapan optimal pada konsentrasi 35 mg/l.

Kecepatan adsorpsi ( $k_1$ ) tanah jenis *sandy silt* terhadap fosfat sebagai bahan aktif *Sodium Tripolyphosphate* sebesar 0,141 ml/mg.dt dengan kapasitas adsorpsi ( $q_0$ ) sebesar  $2,2984 \cdot 10^{-6}$  mg/mg. Kemampuan adsorpsi pada eksperimen batch akan mengikuti persamaan Freundlich sebagai

$$\text{berikut: } \frac{x}{m} = 324,863 C^{0,2338} ; R^2 = 0,9731$$

Persamaan adsorpsi pada kolom kontinu mengikuti persamaan Thomas:

$$\frac{C_0}{C} = 1 + e^{-\frac{0,141}{2,2984 \cdot 10^{-6}} \cdot (M - C_0 \cdot V)}$$

dengan  $Q = 583,63 \text{ ml/hari}$ .

Seluruh persamaan adsorpsi hanya berlaku untuk tanah jenis lanau kepasiran (*sandy silt*).

## SARAN

Tanah jenis *sandy silt* mempunyai kemampuan adsorpsi yang besar terhadap fosfat sehingga dapat diaplikasikan dalam proses penyisihan limbah mengandung fosfat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan terima kasih kepada Dian Vinidya Puspitasari atas terselesaikannya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., Santika dan Sri Sumestri. 1987. *Metode Penelitian Air, Usaha Nasional* : Surabaya
- \_\_\_\_\_. 2002. Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur no 45 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Limbah Cair.
- \_\_\_\_\_. 2003. *Sodium Tripolyphosphate (STPP) CAS :7758-29-4, Human & Enviromental Risk Assessment on Ingredient of European Household Cleaning Products.*
- \_\_\_\_\_. 2007. *Modeling Subsurface Transport of Petroleum Hydrocarbons.*  
<http://www.epa.gov/athens/learn2model/demo/images/microadva.gif>.  
Dikutip tanggal 2 Mei 2007.
- \_\_\_\_\_. 2007. *Simulating Transport of Volatile Organic Compounds in the unsaturated Zone.*  
<http://pubs.usgs.gov/fs/FS-019-98/images/fig.1.gif>. Dikutip tanggal 2 Mei 2007.
- Montgomery, James. E. 1985. *Water Treatment Principles and Disposal.* John Wiley and Sons Inc. Canada.
- Notodarmojo, Suprihanto. 2005. *Pencemaran Air dan Air Tanah, ITB* : Bandung
- Siagian, Albiner. 2002. *Bahan Tambahan Makanan, USU Digital Library* : Sumatra Utara.
- Tan, Kim. H. 1998. *Dasar-dasar Kimia Tanah, Gajah Mada University Press*: Yogyakarta.