

Pemanfaatan Limbah HDPE Sebagai Adsorbent Untuk Menurunkan Kandungan Fosfat Limbah Cair Puskesmas Dengan Proses Batch

Utilization of HDPE Waste as an Adsorbent to Reduce the Phosphate Content of public Health Center Liquid Waste Using Batch Process

Emi Erawati^{1*}, Nur Dayanti²

^{1,2}Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia, 57102

*Corresponding Author: emi.erawati@ums.ac.id

ABSTRAK : Limbah cair Puskesmas merupakan masalah utama dalam pengendalian lingkungan karena akan memberikan dampak yang buruk pada lingkungan yang disebabkan oleh kandungan logam dalam limbah cair puskesmas. Salah satu kandungan dalam limbah cair puskesmas yang memberikan dampak buruk terhadap lingkungan adalah fosfat. Berdasarkan perundangan baku mutu kadar fosfat yaitu sebesar 2 mg/L. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh konsentrasi dan kecepatan pengadukan terhadap efisiensi penurunan konsentrasi limbah fosfat serta mengkaji kemampuan adsorpsi arang aktif HDPE dengan menggunakan isotherm adsorpsi Langmuir dan Freundlich. Penelitian ini terbagi menjadi 2 langkah yaitu pembuatan arang aktif dan proses adsorpsi. Arang aktif dibuat dari tutup botol plastik yang dipotong kecil-kecil, dibersihkan, dicuci, dan dijemur di bawah sinar matahari. Tutup botol plastik dimasukkan ke dalam furnace pada suhu 460°C selama 2 jam, diayak menggunakan ayakan berukuran 1,190 µm. Karbon aktif diaktivasi dengan cara merendam dalam larutan acetone selama 24 jam, dimasukkan ke furnace pada suhu 700°C selama 1 jam, direndam dengan larutan HCl selama 2 jam, dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110°C. Proses adsorpsi dilakukan dengan menimbang 5 gram karbon aktif, dimasukkan ke dalam 25 mL limbah cair, dan diencerkan ke dalam gelas beker 250 mL. Proses adsorpsi dilakukan selama 60 menit setiap 15 menit sampel diuji dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV 1800). Penelitian ini menghasilkan efisiensi tertinggi pada variasi kecepatan pengadukan 300 rpm sebesar 78,86%. Persamaan Freundlich lebih sesuai untuk menggambarkan proses adsorpsi limbah cair puskesmas dengan dengan nilai kapasitas adsorpsi (k) dan konstanta persamaan freundlich sebesar 0,57 mg/g dan 1,53 dengan nilai regresi linear (R^2) yaitu sebesar 0,9967.

Kata kunci : fosfat; HDPE; limbah cair puskesmas

ABSTRACT: Puskesmas liquid waste is the primary problem in the preventive environmental because give negative effect for environmental especially metal contaminant. One of component in the liquid waste which have bad influence to environment is phosphate. Based on quality standards in regulations the phosphate concentration is 2 mg/L. The aims of research to study the influence of concentration and stirring speed to decreasing phosphate waste efficiency and investigate capability of HDPE active carbon using Langmuir and Freundlich adsorption isotherm. The research is divided by two steps namely making adsorbent and adsorption process. Adsorbent was made from opened plastic bottle where cutting in the small size, cleaned, washed, and dried in the sun light. Covered plastic bottle was inputted to furnace in the temperature of 460°C for 2 hours, sieve using screen in the size of 1190 µm. Activated carbon soaked in the acetone solution for 24 hours, inputted to furnace in the temperature of 700°C for 1 hour, soaked using HCl solution for 2 hours, and dried using oven in the temperature 110°C. Adsorption process was done which 5 g of activated carbon, inputted to 25 mL liquid waste and diluted to 250

mL of beaker glass. Adsorption process was done for 60 minutes and every 15 minute the sample was analyzed using Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV 1800). From this research the highest efficiency in the variation of speed of 300 rpm is 78.86% respectively. Freundlich equation is suitable for illustrating adsorption process of Puskesmas waste which is capacity of adsorption of (k) and Freundlich constant are 0,57 mg/g dan 1,53 in that order which is regression linear coefficient (R^2) of 0.9967.

Keywords : HDPE, phosphate, Public health center liquid waste

1. PENDAHULUAN

Puskesmas merupakan instansi yang bergerak pada kegiatan pelayanan kesehatan bagi masyarakat yang sangat dipengaruhi oleh perkembangan ilmu kesehatan dan kemajuan teknologi. Kegiatan pelayanan kesehatan termasuk pencegahan, pengobatan, penyembuhan serta perawatan dengan proses yang baik untuk mencapai pelayanan kesehatan yang maksimal (Alamsyah, 2011). Dari kegiatan tersebut, puskesmas menjadi salah satu penghasil limbah yang mikroorganisme, bahan kimia, bahan beracun dan bahan radioaktif (Putra, 2018).

Permasalahan yang muncul dalam pengolahan limbah cair puskesmas adalah kadar fosfat. Fosfat dari limbah puskesmas dihasilkan dari penggunaan bahan-bahan detergen sintesis yang berasal dari laundry (Putra, 2018). Salah satu masalah utama yang disebabkan karena berlebihan fosfat adalah eutrofikasi. Eutrofikasi merupakan pertumbuhan alga yang berlebihan di dalam air. Salah satu cara untuk menurunkan konsentrasi fosfat dengan menggunakan proses secara kimia dengan menggunakan adsorben.

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang baku mutu limbah cair untuk kegiatan rumah sakit adalah sebagai berikut (Pergub Jawa Timur, 2013) :

Tabel 1. Data Baku Mutu Limbah Cair untuk Kegiatan Rumah Sakit

Baku Mutu Limbah Cair Untuk Kegiatan Rumah Sakit Volume Limbah Cair Maksimum 500 L/(orang.hari)		
No.	Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)
1.	Suhu	30°C
2.	pH	6-9
3.	BOD ₅	30
4.	COD	80
5.	TSS	30
6.	NH ₃ -N bebas	0.1
7.	PO ₄	2
8.	MPN-Kuman Golongan Koli/100 mL	10.000

Metode adsorpsi merupakan metode yang paling sederhana, murah dan efektif untuk mengolah limbah cair, terutama limbah cair puskesmas secara fisika. Metode adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi dimana adsorben akan mengikat adsorbat membentuk suatu lapisan tipis atau film pada permukaannya (Syauqiah dkk, 2011)

Daya adsorpsi karbon aktif dapat ditentukan dengan menggunakan model

Freundlich dan model Langmuir (Murtihapsari dkk, 2012).

Penelitian tentang pengolahan limbah cair rumah sakit dengan proses koagulasi dengan menambahkan bahan koagulan larutan kapur. Berdasarkan penelitian untuk menurunkan kandungan fosfat secara efektif untuk dosis larutan kapur 4% adalah 4 ml/L dari kandungan fosfat sebesar 6,43 mg/L menjadi 1,96 mg/L (Astuti, 2016). Selain itu penelitian penurunan kadar fosfat pada limbah cair rumah sakit dengan proses koagulasi dilakukan dengan menambahkan bahan koagulan *poly aluminium chloride*. Penelitian ini memberikan hasil kandungan fosfat menurun hingga mencapai baku mutu dengan efisiensi sebesar 43,69% (Andriani dkk, 2017) .

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan kecepatan pengadukan terhadap efisiensi penurunan kandungan fosfat pada limbah puskesmas dengan menggunakan limbah HDPE serta mengetahui pengaruh konsentrasi dan kecepatan pengadukan terhadap kesetimbangan Freundlich dan Langmuir pada pengolahan limbah puskesmas dengan menggunakan limbah HDPE.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah rangkaian alat adsorpsi, furnace, dan Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV 1800).

. Bahan yang digunakan terdiri dari aquadest, tutup botol plastik HDPE, aceton dan HCl 32% (Merk).

2.2 Prosedur

Pengambilan sampel limbah cair diambil dari Puskesmas Ngrambe, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur. Sampel yang diambil dari buangan pertama pada proses pengolahan limbah pada puskesmas tersebut.

Penelitian ini terbagi menjadi 2 langkah yaitu pembuatan **karbon aktif** dan proses adsorpsi. **Karbon aktif** dibuat dari tutup botol plastik yang dipotong kecil-kecil, dibersihkan dan dicuci. Kemudian tutup botol plastik dijemur di bawah sinar matahari. Tutup botol plastik dimasukkan ke dalam *furnace* pada suhu 460°C selama 2 jam. Kemudian karbon diayak menggunakan ayakan berukuran 1,190 µm. Proses aktivasi dilakukan dengan cara karbon aktif direndam dalam larutan aceton selama 24 jam. Setelah itu dikeringkan di udara terbuka, memasukkan ke *furnace* pada suhu 700°C selama 1 jam. Karbon direndam kembali dengan larutan HCl selama 2 jam. Karbon aktif dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110°C. Langkah kedua adalah proses adsorpsi. Karbon aktif di timbang sebanyak 5 gram, dimasukkan ke dalam 25 mL limbah cair dan diencerkan kedalam gelas beker 250 mL. Proses adsorpsi dilakukan selama 60 menit dan setiap 15 menit sampel diuji dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV 1800).

Analisis Kadar Abu

Karbon aktif sebanyak 1 gram dipanaskan di dalam *furnace* dengan suhu 460°C selama 2 jam. Setelah mencapai suhu 460°C dan selama 2 jam, karbon aktif tersebut dibiarkan dingin dalam *furnace* dengan kondisi tidak berhubungan langsung dengan udara luar. Setelah dingin, dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang. Langkah tersebut diulangi setiap 15 menit sampai mencapai berat konstan dari abu (Dewi dkk, 2009).

$$Kadar\ Abu = \frac{(a-b)}{a} \times 100\% \dots(1)$$

Keterangan :

a = Berat karbon aktif awal (gram), b = Berat karbon aktif akhir (gram)

Analisis Kadar Air

Karbon aktif sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 1 jam. Setelah mencapai suhu 110°C dan selama 1 jam, karbon aktif didinginkan ke dalam desikator selama 15 menit. Kemudian ditimbang berat karbon aktif dan langkah tersebut diulangi sampai mencapai berat konstan (Dewi dkk, 2009).

$$Kadar\ Air = \frac{(a-b)}{a} \times 100\% \dots(2)$$

Keterangan :

a = Berat karbon aktif awal (gram)
b = Berat karbon aktif akhir (gram)

Uji Spektrofotometri

Fosfat murni ditimbang sebanyak 2 gram. Kemudian dilarutkan ke dalam 1000 mL aquadest. Larutan fosfat diambil

sebanyak 2 mL dan dilarutkan ke dalam 100 mL aquadest. Setelah itu diambil 25, 50, 75, 100, dan 125 mL dimasukkan masing-masing ke dalam labu ukur 250 mL dan di tambahkan aquadest sampai tanda batas. Sehingga diperoleh konsentrasi fosfat 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm. Selanjutnya masing-masing konsentrasi diambil menggunakan pipet tetes dimasukkan ke dalam kuvet dan kemudian di ukur absorbansinya pada panjang gelombang 650 nm (Irawan, 2015). Larutan sampel diukur absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV 1800).

2.3 Analisis Data

Penelitian ini dilakukan dengan cara pengambilan data perubahan konsentrasi terhadap waktu. Konsentrasi limbah mula-mula (C_i) dalam mg/L, larutan dibiarkan sampai terjadi kondisi setimbang, kemudian konsentrasi *solute* di dalam cairan setelah terjadi kesetimbangan dinyatakan dengan C_e (mg/L). Konsentrasi C_1 dan C_e diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV 1800). Konsentrasi *solute* dipermukaan padatan dinyatakan dengan C_μ .

Pada penelitian ini kesetimbangan reaksi dinyatakan dengan menggunakan Persamaan Model Freundlich dan Persamaan Langmuir.

Persamaan Model *Freundlich* dinyatakan dengan menggunakan Persamaan 4.

$$\log C\mu = \log k + \frac{1}{n} \log Ce \quad \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

Ce : konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi (mg/L), k : konstanta adsorpsi *Freundlich*, n : konstanta empiris, $C\mu$: jumlah adsorbat teradsorpsi per bobot adsorben (mg/g)

Sedangkan Persamaan model *Langmuir* dinyatakan dengan menggunakan Persamaan 5.

$$C\mu = \frac{1}{Kb} + \frac{1}{b} Ce \quad \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

Ce = konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi (mg/L), Cm = jumlah adsorbat teradsorpsi per bobot adsorben (mg/g), k = konstanta kesetimbangan adsorpsi *Langmuir*, b = (mg/g)

2.4. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang untuk mendapatkan data konsentrasi limbah terhadap waktu untuk menghitung efisiensinya pada variasi konsentrasi limbah dan kecepatan pengadukan. Data yang diambil adalah konsentrasi limbah mula-mula dan konsentrasi limbah setelah kesetimbangan.

2.5. Populasi dan Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan adalah limbah Puskesmas sebanyak 1.000 mL. Pada variasi konsentrasi limbah (30, 50,

dan 70 v/v%) jumlah sampel yang diuji dengan menggunakan Spektrofotometri UV-Vis (Shimadzu UV 1800) sebanyak 15 sampel sedangkan pada variasi kecepatan pengadukan 300 dan 500 rpm jumlah sampel yang diuji dengan menggunakan Spektrofotometri UV-Vis (Shimadzu UV 1800) sebanyak 10 sampel.

2.6. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan cara membuat kurva standar untuk larutan fosfat dan dari kurva larutan standar tersebut digunakan untuk menentukan konsentrasi limbah larutan sampel. Pada persamaan model kesetimbangan *Langmuir* plotting konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi (C_e) terhadap jumlah adsorbat teradsorpsi (C_μ) dan dibuat persamaan regresi linier sehingga diperoleh konstanta kesetimbangan adsorpsi *Langmuir* (k) dan kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben (b).

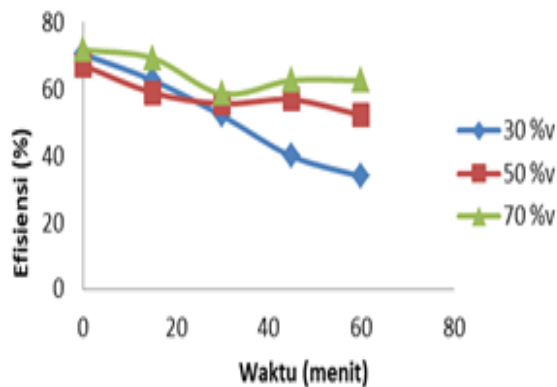
Sedangkan pada persamaan model kesetimbangan *Freundlich* plotting konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi (C_e) terhadap jumlah adsorbat teradsorpsi (C_μ) dan diperoleh persamaan regresi linier sehingga diperoleh konstanta adsorpsi *Freundlich* dan konstanta empiris (n).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi limbah dan kecepatan

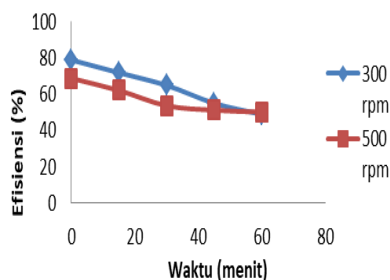
pengadukan terhadap efisiensi penurunan limbah fosfat.

Pada Gambar 1 diperoleh bahwa efisiensi penurunan fosfat semakin meningkat dengan bertambah tinggi konsentrasi limbah. Namun, semakin menurun dengan bertambah waktu kontak. Efisiensi penurunan fosfat tertinggi pada konsentrasi limbah 70% v/v dengan waktu kontak 0 menit. Hal ini disebabkan pada konsentrasi limbah 70% v/v terdapat pengenceran limbah yang sedikit sehingga kadar fosfatnya tinggi.



Gambar 1 Efisiensi Penurunan Kadar Fosfat pada Variasi Konsentrasi

Pada variasi kecepatan pengadukan efisiensi penurunan fosfat ditampilkan pada Gambar 2.

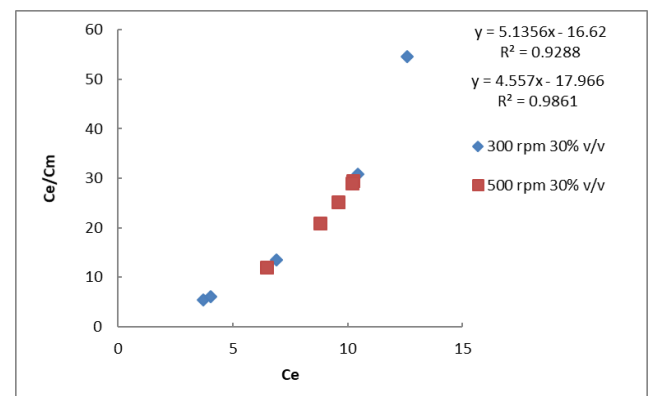


Gambar 2 Efisiensi Penurunan Kadar Fosfat pada Variasi Kecepatan Pengadukan

Pada Gambar 2 diperoleh efisiensi penurunan tertinggi sebesar 78,86% pada kecepatan pengadukan 300 rpm sedangkan pada kecepatan pengadukan 500 rpm efisiensinya adalah 68,77%. Hal ini berarti semakin rendah kecepatan pengadukan maka efisiensi penurunan fosfat semakin tinggi. Karena pada kecepatan pengadukan yang semakin cepat akan membuat proses adsorpsi tidak berjalan dengan baik dan merusak pori-pori adsorben. Dan waktu kontak yang lama dapat membuat adsorben menjadi jenuh sehingga kemampuan adsorben dalam menyerap menurun.

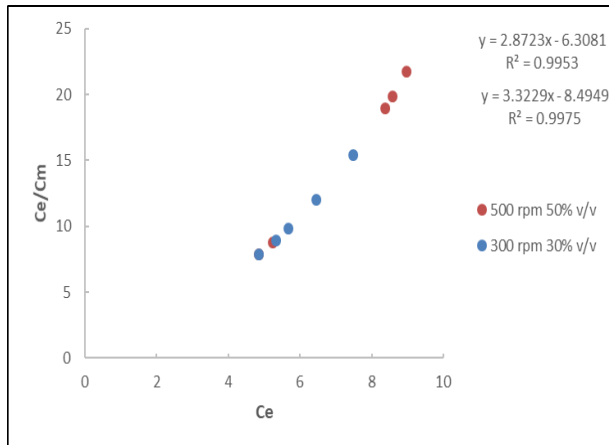
Pengaruh konsentrasi limbah dan kecepatan pengadukan terhadap uji persamaan langmuir

Gambar 3 merupakan data pengaruh konsentrasi limbah 30% v/v pada kecepatan pengadukan 300 rpm dan 500 rpm.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi limbah 30% v/v pada kecepatan pengadukan 300 dan 500 rpm

Gambar 4 merupakan data pengaruh konsentrasi limbah 50%v/v dan kecepatan pengadukan 300 dan 500rpm dengan persamaan *langmuir*.

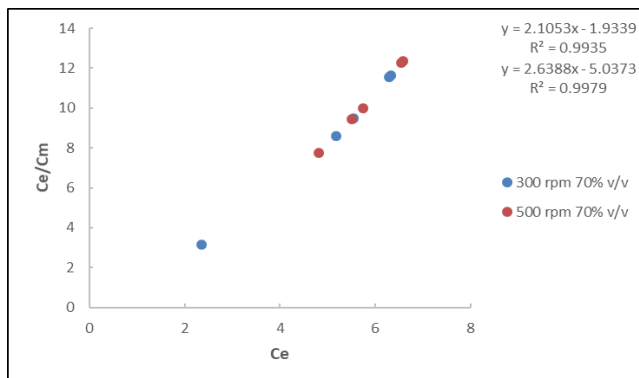


Tabel 2 adalah harga parameter Langmuir pada variasi konsentrasi limbah dan kecepatan pengadukan.

Tabel 2 Konstanta persamaan langmuir variasi konsentrasi limbah dan kecepatan pengadukan

Konsentrasi (%V)	Kecepatan Pengadukan					
	300 rpm			500 rpm		
	B	K (mg/g)	R ²	B	k (mg/g)	R ²
30	-	-3,24	0,9288	-	-3,94	0,9861
	0,06			0,06		
50	-	-2,20	0,9953	-	-2,56	0,9975
	0,16			0,12		
70	-	-0,92	0,9935	-	-1,91	0,9979
	0,52			0,20		

Gambar 4 Pengaruh konsentrasi limbah 50% v/v terhadap kecepatan pengadukan 300 dan 500 rpm



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi limbah 70%v/v dan kecepatan pengadukan 300 dan 500 rpm

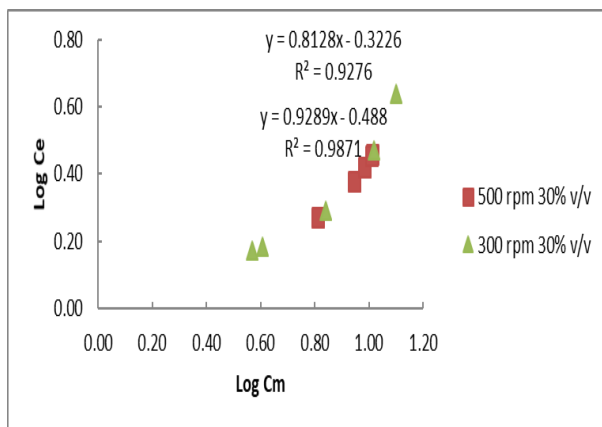
Hasil uji persamaan langmuir

Berdasarkan pada Tabel 2 menunjukkan hasil dari persamaan *langmuir* diperoleh nilai k atau kapasitas adsorpsi tertinggi pada konsentrasi 70%v/v dengan kecepatan pengadukan 300 rpm yaitu sebesar -0,92 mg/g dan konstanta langmuir (b) sebesar -0,52 serta nilai koefisien liniernya (R^2) sebesar 0,9935. Hal ini berarti semakin tinggi konsentrasi limbah maka kapasitas adsorpsi semakin tinggi. Dengan kecepatan pengadukan yang semakin rendah maka kapasitas adsorpsi meningkat. Hasil tersebut dibandingkan dengan penelitian (Muin dkk, 2017) bahwa karbon aktif plastik polietilen dapat digunakan sebagai adsorben untuk

mengadsorpsi fosfat dengan nilai regresi (R^2) sebesar 0,2403 dan nilai konstanta kesetimbangan *langmuir* (K) sebesar -36,5564. Maka karbon aktif HDPE juga dapat digunakan untuk mengadsorpsi fosfat namun kemampuan untuk mengadsorpsi masih belum baik.

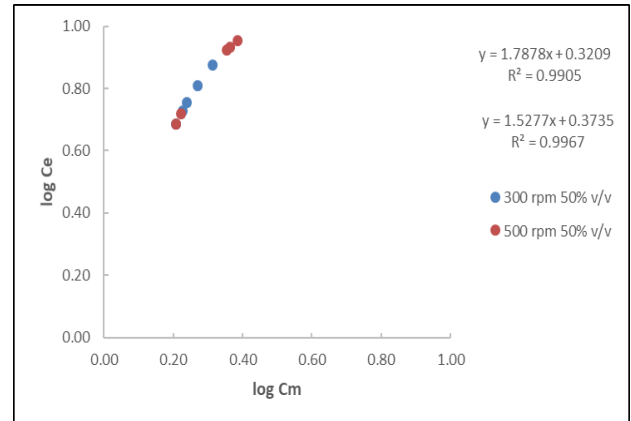
Pengaruh konsentrasi limbah dan kecepatan pengadukan terhadap uji persamaan freundlich

Gambar 6 merupakan data pengaruh konsentrasi limbah 30% v/v dan kecepatan pengadukan 300 dan 500 rpm dengan persamaan *freundlich*.



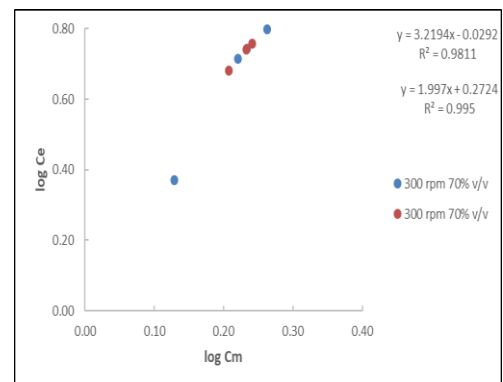
Gambar 6 Pengaruh konsentrasi limbah 30% v/v pada kecepatan pengadukan 300 dan 500 rpm

Gambar 7 merupakan data pengaruh konsentrasi limbah 50% v/v pada kecepatan pengadukan 300 dan 500 rpm.



Gambar 7 Pengaruh konsentrasi limbah 50% v/v pada kecepatan pengadukan 300 dan 500 rpm

Gambar 8 merupakan data pengaruh konsentrasi limbah 70% v/v pada kecepatan pengadukan 300 dan 500 rpm.



Gambar 8 Pengaruh konsentrasi limbah 70% v/v pada kecepatan pengadukan 300 dan 500 rpm

Hasil uji persamaan freundlich

Tabel 3 menunjukkan parameter Freundlich pada variasi konsentrasi limbah dan kecepatan pengadukan.

Tabel 3. Parameter Freundlich pada variasi konsentrasi limbah dan kecepatan pengadukan

Konsentrasi (%V)	Kecepatan Pengadukan					
	300 rpm			500 rpm		
	k (mg/g)	n	R ²	k (mg/g)	n	R ²
30	0,33	1,2	0,92	0,33	1,0	0,98
		3	76		8	71
50	0,67	1,8	0,99	0,57	1,5	0,99
		1	05		3	67
70	1,03	3,2	0,98	0,73	2,0	0,99
		8	11		1	5

KESIMPULAN

Penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi limbah 70% v/v dan kecepatan pengadukan 300 rpm diperoleh efisiensi tertinggi sebesar 71,79% dan 78,86%. Pada variasi konsentrasi dan kecepatan pengadukan dengan menggunakan Persamaan Langmuir diperoleh harga b sebesar 0,20 dan k sebesar 1,91 mg/g. Pada variasi konsentrasi dan kecepatan pengadukan dengan menggunakan Persamaan Freundlich diperoleh harga k sebesar 0,57 mg/g dan n sebesar 1,53.

DAFTAR PUSTAKA

Alamsyah, D., 2011. Manajemen Pelayanan Kesehatan. Yogyakarta : Nuha Medika.

Andriani, F., Yusniar, H.D., Hanan, L. D. 2017. Efektivitas PAC (Poly Alumunium Chloride) Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Pada Limbah Cair Rumah Sakit Jiwa Prof. Dr. Soerojo Magelang, *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(5), 659–665.

Astuti, W.T.D., Joko, T., Dewanti, N. A. Y. 2016. Efektivitas Larutan Kapur dalam Menurunkan Kadar Fosfat pada Limbah Cair RSUD Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(3), 941–948.

Cetinkaya, T., Neuwirthová, L., Kutlákova, K. M., Tomášek, V., & Akbulut, H. 2013. Synthesis of nanostructured TiO₂/SiO₂ as an effective photocatalyst for degradation of acid orange. *Applied Surface Science*, 279, 384–390. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.04.121>

Dewi, T. K., Nurrahman, A., & Permana, E. 2009. Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Ubi Kayu (Mannihot Esculenta). *Jurnal Teknik Kimia*, 16(1), 24–30.

Irawan, A., 2015. Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukurandalam Kegiatan Penelitian Dan Pengujian. *Indonesian Journal of Laboratory*, Vol 1 (2), 1-9.

Muin, R., Wulandari, S., & Pertiwi, N. P. 2017. Phospat Pada Pengolahan Limbah Laundry. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(1), 67–76.

Murtihapsari, Mangallo, B., & Handyani, D. 2012. Model Isoterm Freundlich Dan Langmuir Oleh Adsorben Arang Aktif Bambu Andong (G. Verticillata (Wild) Munro) Dan Bambu Ater (G. Atter (Hassk) Kurz Ex Munro), *Sains*

Natural, 2(1), 17-23.
<https://doi.org/10.31938/jsn.v2i1.31>

Pergub Jawa Timur. (2013). Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan atau kegiatan usaha lainnya, 1–7.

Putra, T.K., 2018, Sulistyani, Raharjo, M., Suhartono, Efektivitas Penurunan Kadar Amoniak Dan Kadar Fosfat Di Instalasi Pengolahan Air Limbah Rsud Sunan Kalijaga, *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol 6, No 1

Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A. 2011. Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif, *Info Teknik*, 12 (1), 11–20.