

**KEEFEKTIFAN DOSIS *POLY ALUMINIUM CHLORIDE* (PAC)  
DALAM MENURUNKAN KADAR *PHOSPHATE* PADA AIR  
LIMBAH LAUNDRY DI GATAK GEDE, BOYOLALI**

**NASKAH PUBLIKASI**



Disusun Oleh :

**SANDY WAHYU SETYO HUTOMO**  
**J410110002**

**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2015**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS ILMU KESEHATAN**  
**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT**

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 – Pabelan, Kartasura Telp. (0271) 717417, Fax : 7151448 Surakarta 57102

**Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah**

Yang bertanda tangan ini pembimbing/ skripsi/ tugas akhir :

**Pembimbing I**

Nama : Dwi Astuti, SKM., M.Kes

NIP/NIK:756

**Pembimbing II**

Nama : Heru Subaris K, SKM., M.Kes

NIP : 196606211989021001

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi/tugas akhir dari mahasiswa:

Nama : Sandy Wahyu Setyo Hutomo

NIM : J410110002

Program Studi : Kesehatan Masyarakat

Judul Skripsi :

**“ KEEFEKTIFAN DOSIS *POLY ALUMINIUM CHLORIDE* (PAC) DALAM MENURUNKAN KADAR *PHOSPHATE* PADA AIR LIMBAH LAUNDRY DI GATAK GEDE, BOYOLALI”**

Naskah artikel tersebut, layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan.

Demikian persetujuan dibuat, semoga dapat dipergunakan seperlunya.

Surakarta, 18 November 2015

Pembimbing I

Dwi Astuti, SKM., M. Kes  
NIK. 756

Pembimbing II

Heru Subaris K, SKM., M.Kes  
NIP. 196606211989021001

**KEEFEKTIFAN DOSIS *POLY ALUMINIUM CHLORIDE* (PAC) DALAM MENURUNKAN KADAR *PHOSPHATE* PADA AIR LIMBAH LAUNDRY DI GATAK GEDE, BOYOLALI**

**Sandy Wahyu Setyo Hutomo\*, Dwi Astuti\*\*, Heri Subaris K\*\*\***

**\*Mahasiswa S1 Kesehatan Masyarakat FIK UMS, \*\*Dosen Kesehatan Masyarakat FIK UMS, \*\*\*Dosen Kesehatan Masyarakat FIK UMS**

**ABSTRACT**

*EFFECTIVENESS DOSAGE POLY ALUMINIUM CHLORIDE (PAC) IN REDUCING WASTE WATER LEVELS ON PHOSPHATE LAUNDRY IN GATAK GEDE, BOYOLALI.*

*Phosphate in the water can cause the growth of algae and micro-algae that make excessive sun exposure in the water is reduced so that the process of photosynthesis in water that can be generate oxygen is also reduced. Results of measurements of the levels of phosphate in the laundry waste water Gatak Gede, Boyolali amounted to 9.50 mg / l. This value exceeds a predetermined quality standards. The aim in this study was to determine the dose of coagulant Poly Aluminum Chloride (PAC) is most effective in reducing the levels of phosphate in laundry waste water. This type of research is true experiment with pretest posttest study design with control group. Populasi of this study is the laundry waste water generated from the whole process of processing and using quota sampling technique sampling. Uji statistically using One Way Anova with data analysis  $p < 0,0001$  ( $p \leq 0,01$ ), so that  $H_a$  accepted, which means that there is the most effective dose in the addition of coagulant PAC in decreased levels of phosphate in the laundry waste water Gatak Gede, Boyolali. The most effective decrease obtained by 88% (1.09 mg / l) at a dose of 0.75 grams.*

**Keywords** : Wastewater laundry, phosphate, Poly Aluminium Chloride (PAC)

**PENDAHULUAN**

Masalah pencemaran lingkungan khususnya masalah pencemaran air di kota besar di Indonesia, sudah menunjukkan gejala yang cukup serius. Penyebabnya tidak hanya berasal dari buangan industri pabrik-pabrik dan fasilitas kesehatan yang membuang air limbahnya tanpa pengolahan terlebih dahulu ke sungai atau ke laut. Tapi juga yang tidak kalah memegang andil, baik secara sengaja atau tidak sengaja adalah masyarakat sendiri, yakni air buangan rumah tangga yang jumlahnya semakin hari semakin bertambah besar sesuai dengan perkembangan penduduk maupun suatu kota (Asmadi dan Suharno, 2012).

Di Indonesia akhir-akhir ini pengusaha kecil pencucian pakaian (laundry) mulai

menjamur di kota-kota besar, dimana banyak masyarakat yang tidak sempat mencuci pakaiannya sendiri karena kesibukannya. Awalnya memang sangat membantu, namun pada akhirnya akan timbul masalah-masalah lingkungan yang disebabkan oleh limbahnya, jangan sampai limbah industri kecil yang tidak ditangani, seperti limbah laundry yang akan menimbulkan masalah kesehatan yang serius nantinya, salah satu limbah yang dihasilkan adalah *phosphate* yang terkandung dalam deterjen yang dipakai.

Pembuangan limbah yang banyak mengandung *phosphate* ke dalam air dapat menyebabkan pertumbuhan lumut dan mikro *algae* yang berlebihan yang disebut juga dengan *eutrophication* sehingga air menjadi

keruh dan berbau karena pembusukan lumut-lumut yang mati. Pada keadaan *eutrotop* tanaman dapat menghabiskan oksigen dalam sungai saat malam hari atau bila tanaman tersebut mati dan dalam keadaan sedang mencerna (*digest*) sedangkan pada siang hari pancaran sinar matahari ke dalam air akan berkurang, sehingga proses fotosintesis yang dapat menghasilkan oksigen juga berkurang (Budi, 2006).

Banyak metode yang telah digunakan dalam proses penurunan kadar *phosphate* di dalam air, antara lain metode fisika, kimia dan biologi. Namun metode yang paling efektif dalam penurunan kadar *phosphate* adalah metode kimia yakni dengan mengikat senyawa-senyawa *phosphate* melalui penambahan koagulan, misalnya alum atau kapur (Budi, 2006).

Pengolahan air secara kimia biasanya digunakan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap. Jenis partikel yang tidak mudah mengendap antara lain ada koloid, logam-logam berat, senyawa fosfor, dan senyawa organik beracun. Pengolahan kimia dilakukan dengan cara membubuhkan bahan kimia tertentu untuk menghasilkan partikel yang lebih besar. Ketika koloid membentuk partikel yang lebih besar sehingga pengendapan dapat terjadi (Said, 2009).

Penelitian terdahulu oleh Maretha N (2014), menggunakan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) cair untuk menurunkan kadar *phosphate* yang ada di dalam air limbah laundry. Dimana dari variasi dosis *Poly Aluminium Chloride* (PAC) cair yang dipakai yaitu 40, 45, 50, 55, 60, dan 65 ml/l, hasil optimal adalah 60 ml/l dengan persentase penurunan 90.24%.

*Poly Aluminium Chloride* (PAC) merupakan salah satu pengganti alum padat yang efektif karena menghasilkan koagulasi air dengan kekeruhan yang berbeda dengan

cepat, menggenerasi lumpur lebih sedikit, dan juga meninggalkan lebih sedikit residu aluminium pada air yang diolah (Malhotra, 1994 dalam Kristijarti dkk, 2013). Menurut Echanpin (2005) dalam Said (2009), *Poly Aluminium Chloride* (PAC) memiliki kelebihan dengan tingkat adsorpsi yang kuat, mempunyai kekuatan lekat, tingkat pembentukan flok-flok tinggi meski dengan dosis kecil, memiliki tingkat sedimentasi yang cepat, cakupan penggunaannya luas, dan konsumsinya cukup pada konsentrasi rendah.

Berdasarkan hasil survei pendahuluan yang telah dilakukan, kadar *phosphate* yang terkandung dalam air limbah laundry yang diteliti adalah sebesar 8,922 mg/l. Mengacu pada Perda Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah yang menetapkan bahwa nilai ambang batas untuk parameter *phosphate* sebesar 2 mg/l, maka kadar *phosphate* dalam air tersebut melebihi nilai ambang batas. Survei pendahuluan dilanjutkan dengan melakukan perlakuan menggunakan 1 gr *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dalam 1 liter air limbah didapatkan kadar *phosphate* sebesar 0,046 mg/l. Pemilihan penggunaan koagulan PAC adalah kecocokan pH air limbah saat survei pendahuluan sebesar 8, dengan pH kerja optimal koagulan dengan rentang 6-9.

Laundry yang diteliti merupakan tempat pencucian pakaian yang berada di daerah Gatak Gede, Boyolali yang mana setiap harinya laundry tersebut mengeluarkan air hasil olahan cucian kurang lebih antara 120 liter sampai dengan 130 liter perhari yang didapat dari hasil survei selama seminggu untuk mengukur volume air olahan laundry tersebut, dengan membersihkan pakai sebanyak itu dan dengan tidak adanya proses pengelolaan air limbah sebelum dibuang ke lingkungan akan menyebabkan kerusakan lingkungan. Pemilihan tempat laundry didasari pada

survei yang telah dilakukan dimana laundry di daerah Gatak Gede hanya ada 1 yang didapatkan dari wawancara sekaligus melakukan survei langsung ke daerah tersebut.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas maka peneliti akan melakukan penelitian tentang keefektifitas dosis *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dalam penurunan kadar *phosphate* pada air limbah laundry dengan dosis PAC 0, 25 gram, 0,5 gram dan 0,75 gram.

#### METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian sungguhan atau *true experiment* dengan *pre-post test with control group* (Notoatmodjo, 2010):

Populasi pada penelitian ini yakni air limbah “eL-Three” Laundry dari kegiatan pencucian didapatkan pengeluaran hasil air limbah pencucian pakaian didapatkan, keluaran air sebesar 120-130 liter per hari. Hasil ini didapat dari penghitungan rata-rata selama seminggu kegiatan *laundry*.

Jumlah sampel yang diambil dalam penelitian yang dilakukan adalah sebanyak 12 liter. Setiap perlakuan membutuhkan sebanyak 1 liter air dan pengulangan yang dilakukan sebanyak 3 kali. Ditambah 12 liter jika ada kesalahan dalam melakukan pengukuran. Dengan total jumlah sampel adalah 24 liter.

Analisis Univariat ini digunakan untuk mendiskripsikan dengan tabel setiap variabel dari hasil penelitian, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Analisis didiskripsikan dengan menggunakan diagram batang. Analisis Bivariat yang digunakan dalam penelitian ini adalah yang pertama diuji dengan Uji *Saphiro-Wilk* untuk uji normalitas data dikarenakan jumlah sampel kurang dari 50 sampel. Setelah uji normalitas data yang didapat adalah data berdistribusi normal sehingga menggunakan Uji *Anova*. Data diuji dengan

tingkat kepercayaan 99%. Dengan interpretasi sebagai berikut:

- Jika  $p \text{ value} \leq 0,01$  maka hipotesis penelitian diterima.
- Jika  $p \text{ value} > 0,01$  maka hipotesis penelitian ditolak.

## HASIL

### 1. Analisis Univariat

#### a. Kadar pH

Hasil pengukuran kadar pH yang telah dilakukan pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan sebelum dan sesudah pengolahan pada air limbah laundry disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kadar pH pada Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan Sebelum dan Sesudah Pengolahan pada Air Limbah Laundry.

Pengulangan	Kontrol		Perlakuan						NAB *
			PAC 0,25 gram		PAC 0,5 gram		PAC 0,75 gram		
			Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	
1	8	8	8	7	8	7	8	6	6,0 sd 9,0
2	8	8	8	7	8	7	8	6	
3	8	8	8	7	8	7	8	6	
Jumlah	24	24	25	21	24	21	24	18	
Rata-rata	8	8	8	7	8	7	8	6	

\*Perda Jateng Nomor 5 Tahun 2012 Baku Mutu Air Limbah Sabun dan Detergen

Pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa terdapat penurunan kadar pH pada semua perlakuan baik dengan dosis PAC 0,25 gram, 0,5 gram dan 0,75 gram.

#### b. Suhu

Hasil pengukuran kadar Suhu yang telah dilakukan pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan sebelum dan sesudah pengolahan pada air limbah laundry dapat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kadar Suhu pada Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan Sebelum dan Sesudah Pengolahan pada Air Limbah Laundry.

Pengulangan	Kontrol		perlakuan						NAB *
			PAC 0,25 gram		PAC 0,5 gram		PAC 0,75 gram		
	Pre (°C)	Post (°C)	Pre (°C)	Post (°C)	Pre (°C)	Post (°C)	Pre (°C)	Post (°C)	
1	26	26	26	26	26	26	26	26	26 sd 30
2	26	26	26	26	26	26	26	26	
3	26	26	26	26	26	26	26	26	
Jumlah Rata-rata	88	88	88	88	88	88	88	88	

\*Perda Jateng Nomor 5 Tahun 2012 Baku Mutu Air Limbah Sabun dan Detergen

Pada Tabel 2, dapat diketahui bahwa tidak terjadi perbedaan suhu pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan sebelum dan sesudah pengolahan. Rata-rata suhu sebelum dan sesudah pengolahan pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan sebesar 26°C.

### c. Kontrol

Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap kadar *phosphate* sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok kontrol disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pemeriksaan kadar *phosphate* sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok kontrol.

Pengulangan	Kontrol (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)	NAB *
	Pre	Post			
1	9,45	9,41	0,04	0,42	2 mg/l
2	9,51	9,35	0,16	1,68	
3	9,47	9,33	0,14	1,47	
Jumlah	28,43	28,09	0,34	3,57	
Rata-rata	9,47	9,36	0,11	1,19	

\*Perda Jateng Nomor 5 Tahun 2012 Baku Mutu Air Limbah Sabun dan Detergen

Pada Tabel 3, diketahui bahwa terdapat perbedaan kadar *phosphate* sebelum dan sesudah pada kelompok kontrol. Pada kelompok ini dilakukan pengolahan air limbah laundry tersebut tanpa menggunakan *Poly Aluminium*

*Chloride* (PAC) tetapi tetap melakukan pengadukan dalam metode koagulasi-flokulasi, dimana terjadi penurunan rata-rata 1,19 % yang disebabkan oleh gaya gravitasi bumi.

### d. Penambahan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) 0,25 gram

Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap kadar *phosphate* kelompok perlakuan sebelum dan sesudah penambahan PAC 0,25 gram disajikan pada tabel Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pemeriksaan kadar *phosphate* sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan PAC 0,25 gram pada kelompok perlakuan

Pengulangan	PAC 0,25 gram (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)	NAB *
	Pre	Post			
1	9,55	5,40	4,15	43,4	2 mg/l
2	9,59	5,21	4,38	45,7	
3	9,63	5,33	4,32	44,6	
Jumlah	28,77	15,94	12,85	133,7	
Rata-rata	9,59	5,31	4,28	44,6	

\*Perda Jateng Nomor 5 Tahun 2012 Baku Mutu Air Limbah Sabun dan Detergen

Pada Tabel 4, dapat diketahui bahwa penurunan kadar *phosphate* tertinggi ada pada pengulangan kedua, yaitu terjadi penurunan sebanyak 4,38 mg/l atau sebesar 45,7 %.

Dari hasil perlakuan pada kelompok perlakuan PAC 0,25 gram, didapatkan penurunan rata-rata kadar *phosphate* sebanyak 44,6 %, meskipun belum sesuai dengan nilai ambang batas kadar *phosphate* karena rata-rata kadarnya masih sebanyak 5,31 mg/l.

### e. Penambahan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) 0,5 gram

Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap kadar *phosphate* kelompok perlakuan sebelum dan sesudah penambahan PAC 0,5 gram disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pemeriksaan kadar *phosphate* sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan PAC 0,5 gram pada kelompok perlakuan

Pengulangan	PAC 0,5 gram (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)	NAB*
	Pre	Post			
1	9,51	3,06	6,45	67,8	2 mg/l
2	9,46	3,11	6,35	67,1	
3	9,54	3,04	6,50	68,1	
Jumlah	28,51	9,21	19,30	203	
Rata – rata	9,50	3,07	6,43	67,6	

\*Perda Jateng Nomor 5 Tahun 2012 Baku Mutu Air Limbah Sabun dan Detergen

Pada Tabel 5, dapat diketahui bahwa penurunan kadar *phosphate* tertinggi ada pada pengulangan ketiga, yaitu terjadi penurunan sebanyak 6,50 mg/l atau sebesar 68,1 %.

Dari hasil perlakuan pada kelompok perlakuan PAC 0,5 gram, didapatkan penurunan rata-rata kadar *phosphate* sebanyak 67,6 %, meskipun belum sesuai dengan nilai ambang batas kadar *phosphate* karena rata-rata kadarnya masih sebanyak 3,07 mg/l.

#### f. Penambahan Poly Aluminium Chloride (PAC) 0,25 gram

Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap kadar *phosphate* kelompok perlakuan sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan PAC 0,75 gram disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pemeriksaan kadar *phosphate* sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan penambahan PAC 0,75 gram pada kelompok perlakuan.

Pengulangan	PAC 0,75 gram (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)	NAB*
	Pre	Post			
1	9,41	1,06	8,35	88,7	2 mg/l
2	9,56	1,05	8,50	89	
3	9,42	1,17	8,25	87,6	
Jumlah	28,39	3,28	25,10	265,3	
Rata – rata	9,46	1,09	8,36	88,4	

\*Perda Jateng Nomor 5 Tahun 2012 Baku Mutu Air Limbah Sabun dan Detergen

Pada Tabel 6, dapat diketahui bahwa penurunan kadar *phosphate* tertinggi ada pada pengulangan kedua, yaitu terjadi penurunan sebanyak 8,50 mg/l atau sebesar 89%.

Dari hasil perlakuan pada kelompok perlakuan PAC 0,75 gram, didapatkan penurunan rata-rata kadar *phosphate* sebanyak 88,4 %. Hasil penurunan rata-rata kadar *phosphate* sebanyak 1.09 sudah dibawah nilai ambang batas kadar *phosphate*.

## 2. Analisis Bivariat

Berdasarkan dari hasil uji normalitas dan uji beda kadar *phosphate* pada kelompok pre kontrol dan pre perlakuan dapat disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Normalitas

		Test of Normality		
Kategori		Saphiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Selisih	Control	.871	3	.298
	PAC 0,25 gram	.929	3	.485
	PAC 0,5 gram	.964	3	.637
	PC 0,75 gram	.987	3	.780

Uji normalitas data yang dipakai adalah uji *Shapiro-Wilk*. Sesudah di uji normalitas *Shapiro-Wilk* untuk *pre* dan selisih, didapatkan hasil *p-value* atau nilai probabilitas >0,01, maka dapat disimpulkan bahwa distribusi data tersebut adalah berdistribusi normal. Oleh karena data berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji *One Way Anova*.

Tabel 10. Uji Anova untuk selisih untuk kontrol dan perlakuan

ANOVA					
Selisih	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	112.862	3	37.621	3.759E3	.000
Within Groups	.080	8	.010		
Total	112.942	11			

Hasil uji *One Way Anova* pada tabel 10 menunjukkan bahwa penambahan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) 0,25 gram, 0,5 gram dan 0,75 gram didapatkan nilai signifikan 0,0001 ( $p\text{-value} \leq 0,01$ ), maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima yaitu ada keefektifan penambahan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) 0,25 gram, 0,5 gram dan 0,75 gram terhadap penurunan kandungan *phosphate* pada air limbah laundry

## PEMBAHASAN

### A. Kadar pH

Dari hasil pengukuran kadar pH yang dilakukan sebelum perlakuan, besaran pH adalah 8, namun setelah pemberian perlakuan PAC 0,25 dan PAC 0,5 kadar pH menjadi 7, dan kembali turun menjadi 6 ketika pemberian perlakuan PAC 0,75 gram. Penurunan yang sama juga terjadi pada penelitian Rohaeti (2010), dimana terjadi penurunan pH untuk konsentrasi PAC 500 mg/l dari pH 7,0 menjadi 5,43, konsentrasi 600 mg/l dari pH 7,0 menjadi 5,25.

Hasil pengukuran pH setelah koagulasi menunjukkan terjadinya penurunan pH pada berbagai nilai pH koagulasi. Hal tersebut karena PAC merupakan bahan koagulan yang bersifat asam (memiliki tapak keasaman *Bronsted-Lowry*) sehingga semakin banyak PAC yang ditambahkan, semakin besar penurunan pH-nya pada pH akhir setelah proses koagulasi (Rohaeti dkk, 2010).

Namun penurunan pH yang terjadi masih sesuai dengan Perda Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk parameter pH antara 6,0 – 9,0.

### B. Suhu

Suhu pada penelitian ini tidak mengalami penurunan maupun peningkatan. Pada kelompok kontrol sebelum dilakukan perlakuan yaitu 26°C, dan setelah perlakuan tidak mengalami perubahan, masih tetap 26°C. Pada penambahan PAC 0,25 gram sebelum dilakukan perlakuan yaitu 26°C, dan setelah diberi penambahan PAC tidak mengalami perubahan, masih tetap 26°C. Pada penambahan PAC 0,5 gram sebelum dilakukan perlakuan yaitu 26°C, dan setelah diberi perlakuan dengan PAC tidak mengalami perubahan, masih tetap 26°C. Pada penambahan PAC 0,75 gram sebelum dilakukan perlakuan yaitu 26°C, dan setelah diberi perlakuan dengan PAC tidak mengalami perubahan, masih tetap 26°C. Karena koagulan PAC tidak terpengaruh oleh temperatur air, tetapi efektivitasnya akan meningkat tinggi di daerah yang dingin atau cuaca dingin (Fatimah, 2009).

Suhu pada kelompok kontrol dan perlakuan tidak melebihi baku mutu dan telah sesuai dengan Perda Propinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah. Pada baku mutu tersebut nilai ambang batas untuk parameter suhu yaitu sebesar 30°C.

### C. Kadar Phosphate

Data pemeriksaan kadar *phosphate* pada kelompok *pretest* mengalami perbedaan hasil. Untuk mengetahui kondisi awal data *pretest* apakah ada perbedaan kadar *phosphate*, maka perlu dilakukan uji beda. Data hasil pengukuran *pretest* merupakan data rasio, maka perlu dilakukan uji normalitas data. Uji normalitas data menggunakan uji *Saphiro-Wilk*



didapatkan untuk *pre* menunjukkan hasil  $>0,01$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak yaitu tidak ada perbedaan pada rata-rata *pre* kontrol dan perlakuan.

Data pemeriksaan kadar *phosphate* pada kelompok *pretest* mengalami perbedaan hasil. Untuk mengetahui kondisi awal data *pretest* apakah ada perbedaan kadar *phosphate*, maka perlu dilakukan uji beda. Data hasil pengukuran *pretest* merupakan data rasio, maka perlu dilakukan uji normalitas data. Uji normalitas data menggunakan uji *Saphiro-Wilk* didapatkan untuk *pre* menunjukkan hasil  $>0,01$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak yaitu tidak ada perbedaan pada rata-rata *pre* kontrol dan perlakuan.

Berdasarkan hasil rata-rata kadar *phosphate* awal untuk kontrol dan sebelum penelitian masih melebihi baku mutu Perda Propinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu rata-rata sebesar 9.50 mg/l. Pada baku mutu tersebut nilai ambang batas untuk parameter *phosphate* sebesar 2 mg/l.

Kontrol pada penelitian ini mengalami penurunan kadar *phosphate* walaupun tidak ditambahkan dengan *Poly Aluminium Chloride* (PAC). Penurunan yang terjadi pada kelompok kontrol tanpa dilakukan penambahan PAC dengan rata-rata persentase penurunan 1,19%. Penurunan *phosphate* ini terjadi karena *ortho-phosphate* yang berada di dalam air mengalami proses pengendapan partikel-partikel padat dari air limbah dengan gaya gravitasi dan membentuk sedimen (Sutrisno dan Suciastuti, 2002).

Sedangkan untuk penambahan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) yang terjadi rata-rata 5,31 mg/l (44,6%) dari

kadar awal sebanyak 9,59 mg/l untuk 0,25 gram dan penurunan rata-rata 6,43 mg/l (67,6%) dari kadar awal 9,50 mg/l untuk 0,5 gram. Penurunan yang terjadi masih melebihi baku mutu Perda Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu kadar *phosphate* yang dianjurkan adalah 2 mg/l.

Hasil uji *One Way Anova* menunjukkan bahwa pada penambahan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) 0,25 gram; 0,5 gram; dan 0,75 gram didapatkan nilai signifikan (*p-value*) 0,0001 ( $\leq 0,01$ ), maka  $H_a$  diterima yaitu ada pengaruh penambahan PAC terhadap penurunan kadar *phosphate* antara sebelum penambahan PAC dan sesudah penambahan PAC pada air limbah laundry Gatak Gede, Boyolali. Selain itu, dapat diketahui bahwa penambahan PAC paling efektif yaitu penambahan 0,75 gram PAC untuk menurunkan kadar *phosphate* pada air limbah laundry Gatak Gede, Boyolali. Penambahan 0,75 gram *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dalam 1 liter air limbah mengalami penurunan paling besar dari 9,56 mg/l menjadi 1,05 mg/l dengan persentase sebesar 89%..

Penambahan koagulan ke dalam limbah menyebabkan koloid dan partikel tersuspensi lainnya bergabung membentuk partikel berat (flok). Proses koagulasi dapat menghilangkan kontaminan seperti bahan pengotor padatan yang tidak dapat dihilangkan dengan penyaringan biasa. Penambahan koagulan PAC ke dalam limbah akan menetralisasi partikel bermuatan negatif. Hal tersebut karena PAC memiliki muatan positif yang tinggi dan dapat mengikat koloid secara kuat

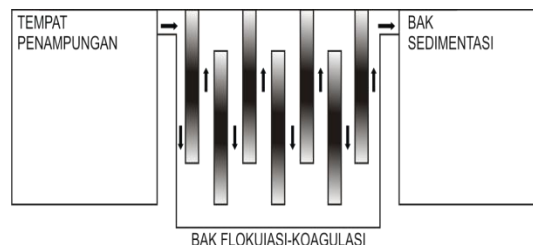
untuk membentuk agregat (Rohaeti dkk, 2010).

Penambahan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) menyebabkan unsur-unsur dalam air limbah mengalami ketidakstabilan. Ketika koagulan PAC ditambahkan ke dalam air limbah, PAC akan terdisosiasi dan ion logam akan mengalami hidrolisis dan menghasilkan ion kompleks hidrokso yang bermuatan positif sehingga teradsorpsi pada permukaan koloid negatif. PAC memiliki karakteristik muatan positif dan dapat mengikat agregat dengan kuat sehingga dapat menarik dan menggabungkan partikel tersuspensi di dalam air limbah tersebut (Al-Kdasi *et al.* 2004 dalam Rohaeti dkk, 2010).

Penelitian yang dilakukan oleh Maretha (2014) menggunakan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) cair untuk menurunkan kadar *phosphate* yang ada di dalam air limbah laundry. Dimana dari variasi dosis PAC cair yang dipakai yaitu 40, 45, 50, 55, 60, dan 65 ml/l, hasil optimal adalah 60 ml/l dengan persentase penurunan 90.24% sehingga PAC cair lebih baik dari PAC bubuk dalam persentase penurunan kadar *phosphate* air limbah yang diteliti. Menurut Ali Masduqi (2000) dalam Maretha (2014) bahwa penyisihan *phosphate* dalam air limbah meliputi penggabungan *phosphate* dalam padatan tersuspensi dan diikuti dengan penyisihan tersebut. Perhitungan korelasi ( $r$ ) dari semua variabel yang dimasukkan dalam SPSS, bahwa korelasi dosis terhadap *phosphate* 0,988 dengan signifikansi atau probabilitas 0,0002. Yaitu berarti  $H_0$  ditolak atau dengan kata lain hubungan dosis dengan parameter adalah erat.

Berdasarkan hasil survei pendahuluan yang telah dilakukan hasil olahan air limbah pencucian di laundry tersebut, tiap harinya mencapai kisaran 120-130 liter dalam sehari. Maka berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dengan menggunakan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) 0,25 gram, 0,5 gram dan 0,75 gram, jika diimplementasikan di “eL-Three” Laundry, dengan hasil penambahan paling baik sebanyak 0,75 gram. Jadi untuk tiap harinya laundry tersebut memerlukan PAC sebanyak 90 - 97,5 gram.

Cara implementasi dosis yang paling efektif dalam pengolahan air limbah laundry adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Pengolahan Air Limbah Laundry

Keterangan :

A. Tempat Penampungan Air Limbah  
Air limbah laundry hasil pencucian masuk ke tempat penampungan yang akan dibuat dengan ukuran penampungan panjang 100 cm x lebar 50 cm x tinggi 30 cm dengan volume 150.000  $\text{cm}^3$  atau 150 liter.

B. Proses Koagulasi

Pada bak ini, air diberi perlakuan dengan penambahan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dengan membuat bak Flokulasi-Koagulasi bersekat agar kontak air limbah dengan koagulan dapat berjalan dengan baik dan lebih lama agar proses penggumpalan dapat berjalan sempurna. Sedangkan ukuran

penampungan panjang 100 cm x lebar 50 cm x tinggi 30 cm dengan volume  $150.000 \text{ cm}^3$  atau 150 liter (sama dengan bak penampungan).

### C. Proses Sedimentasi

Perhitungan dana pengolahan air limbah laundry dengan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC):

- a. Volume air limbah setiap hari  
= 130 liter
- b. Dosis optimum  
= 0,75 gr
- c. Kebutuhan koagulan perhari  
= 0,75 gr x 130 liter = 97,5 gr/hari
- d. Biaya bahn koagulan perhari  
Harga PAC  
= Rp. 20.000,-/kg  
Biaya koagulan PAC perhari  
$$= \frac{97,5 \text{ gr/hari}}{1000 \text{ gr}} \times \text{Rp. } 20.000$$
  
= Rp. 1.950 /hari

## PENUTUP

### A. Simpulan

1. Ada keefektifan penambahan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) menggunakan dosis 0,25, 0,5 dan 0,75 gram terhadap penurunan kadar *phosphate* air limbah “eL-Three” Laundry ( $p\text{-value} \leq 0,01$ ).
2. Rata-rata kadar *phosphate* sebelum dilakukan perlakuan menggunakan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dosis 0,25; 0,5; dan 0,75 gram yaitu sebesar 9.50 mg/l.
3. Rata-rata kadar *phosphate* setelah dilakukan pengolahan menggunakan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dosis 0,25 sebesar 5.30 mg/l (44,6 %), 0,5 sebesar 3,07 mg/l (67,7 %) dan 0,75 gram sebesar 1,09 mg/l (88,4 %).
4. Penambahan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dosis 0,75 gram

sudah efektif dalam menurunkan kadar *phosphate* pada air limbah “eL-Three” Laundry dengan penurunan rata-rata sebesar 1,09 mg/l (88 %) sehingga sudah di bawah baku mutu Peraturan Daerah Jawa Tengah yaitu sebesar 2 mg/l.

### B. Saran

1. Bagi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi  
Koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) mempunyai dosis efektif untuk penurunan kadar *phosphate* air limbah laundry.
2. Bagi Pengusaha Laundry  
Pengolahan air limbah laundry menggunakan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) bisa dijadikan referensi yang baik untuk mengatasi pencemaran air limbah laundry yang memiliki kandungan *phosphate* tinggi dengan metode koagulasi-flokulasi dan sedimentasi. Proses koagulasi selama 1 menit.dengan putaran sebanyak 70 rpm, proses flokulasi selama 15 menit dengan putaran sebanyak 50 rpm, dan proses sedimentasi selama 30 menit yang diimplementasikan dengan alur pengolahan air limbah buatan,
3. Bagi Balai Lingkungan Hidup (BLH)  
Koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) bisa digunakan tidak hanya untuk penurunan kadar *phosphate* air limbah laundry, namun parameter lain seperti COD, BOD dan Amoniak.
4. Bagi Peneliti Lain

Penelitian bisa menggunakan koagulan lain selain *Poly Aluminium Chloride* (PAC) misalnya tawas untuk menurunkan kadar *phosphate* air limbah di tempat laundry yang mana dosis koagulan efektif dari penelitian saya sebanyak 0,75 gram.

Pasir Silika. *Jurnal Teknik Lingkungan* Vol.4, No.4, 2 Oktober 2003: 151-156

Hartati, Etih., Sutisna, Mumu., Nursandi S, Windi. 2008. Perbaikan Kualitas Air Limbah Industri Farmasi Menggunakan Koagulan Biji Kelor (*Moringa oleifera* Lam) dan Poly Aluminium Chloride (PAC). *Jurnal Teknik Lingkungan*. Volume 4 No.3 Juni 2008

#### DAFTAR PUSTAKA

Asmadi dan Suharno. 2012. Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah. Yogyakarta : Gsyen Publishing

Budi, Sudi Setyo. 2006. Penurunan Fosfat dengan Penambahan Kapur (Lime), Tawas, dan Filter Zeolit pada Limbah Cair RS Bethesda Yogyakarta. [Tesis Ilmiah]. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Budiman, Anton. 2008. Kinerja Koagulasi Poly Aluminium Chloride (PAC) dalam Penjernihan Air Sungai Kalimas Surabaya Menjadi Air Bersih. *Widaya Teknik*, Vol.7, No. 1, 2008 (25-34)

Fardiaz, Srikandi. 2002. Polusi Air dan Udara. Yogyakarta: Kanisius.

Fatimah. 2009. Pengaruh Poly Aluminium Chloride (PAC) Terhadap Nilai Turbiditas Air Sebagai Bahan Baku Produk Minuman di PT. Coca-Cola Indonesia. [Karya Ilmiah]. Departemen Kimia Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara

Fitrika Dewi, Devinz dan Masqudi, Ali. 2003. Penyisihan Fosfat dengan Proses Kristalisasi dalam Reaktor Terfluidisasi Menggunakan Media

Juliantara, I K. Putra. 2014. Toksisitas Deterjen dan Pewarna Kain Sintetis terhadap Anggang-Anggang (*Gerris marginatus*). [Tesis]. Program Pasca Sarjana. Universitas Udayana

Kristijanti, A Prima., Suharto, Ign., Marieanna. 2013. Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X. [Laporan Penelitian]. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan

Maretha N. 2014. Pengolahan Limbah Laundry dengan Penambahan Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dan Filter Karbon Aktif. *Jurnal Teknik Lingkungan* Vol.3, No.4

Notoatmodjo, Soekidjo. 2010. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta: Rineka Cipta

Peraturan Daerah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan

Pengendalian Pencemaran Air.  
Jakarta

Rahmadi, Takdir. 2011. Hukum Lingkungan  
di Indonesia. Jakarta : PT  
Rajagrafindo Persada.

Rohaeti, Eti., Febriyanti, Trie Nenny.,  
Batubara, Irmanida. 2010.  
Pengolahan Limbah Cair dari  
Kegiatan Praktikum Analisis Spot  
Test dengan Koagulai dan  
Menggunakan Polialuminium  
Klorida. Prosiding Seminar Nasional  
: Fakultas Teknik ISSN 1410-6086

Said, Muhammad. 2009. Pengolahan Air  
Limbah Laboratorium dengan  
Menggunakan Koagulan Alum  
Sulfat dan Poli Aluminium Klorida  
(PAC). *Jurnal Penelitian Sains*. (C)  
09: 12-08

Setyaningsih, D. 2002. Perbandingan  
Efektifitas Penggunaan Koagulan  
FeCl, PAC, PE (Poly Electrolyt) Pada  
Proses Koagulasi Limbah (White  
Water) Pabrik Kertas. [Skripsi].  
Teknik Kimia UPN Jatim. Surabaya

Siregar, Sakti A. 2008. Instalasi Pengolahan  
Air Limbah. Yogyakarta : Kanisius

Sugiharto. 2008. Dasar-Dasar Pengolahan  
Air Limbah. Jakarta: UI Press

Yudo, Satmoko. 2010. Kondisi Kualitas Air  
Sungai Ciliwung di Wilayah DKI  
Jakarta di Tinjau dari Parameter  
Organik, Amoniak, Foafat, Deterjen  
dan Bakteri Coli: Badan Pengkajian  
dan Penerapan Terknologi. Vol 6  
No. 1. 2010