

Optimasi Penggunaan Koagulan Pada *Waste Water Treatment Plant* di PT. Paiton *Operation and Maintenance* Indonesia (PT. POMI)

Adi Santoso*, Yustina Suhandini Tj., Dwi Iryaning H.

Program Studi Teknik Industri, Universitas Panca Marga, Probolinggo, Indonesia

Email : dwiiryaning@upm.ac.id, yustina.upm@gmail.com

*) Corresponding Author : sadi73385@gmail.com

INFO ARTIKEL

Article history

Received 2 Maret 2022

Revised 5 April 2022

Accepted 5 Mei 2022

Available Online 7 Juni 2022

Kata Kunci

Jar Test

Kekeruhan

Kecepatan Pengendapan

Koagulan

Waste Water Treatment Plant

ABSTRAK

Jar test merupakan proses percobaan yang berfungsi untuk menentukan dosis dari koagulan dengan perbandingan yang diteliti 1:1000. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui optimasi kekeruhan dan kecepatan pengendapan penggunaan koagulan di *Waste Water Treatment Plant* PT. POMI. Metode penelitian ini menggunakan *True experimental* atau eksperimen sungguhan dengan menggunakan sampel setiap kelompok (0,5 ppm; 1,0 ppm; 1,5 ppm; 2,0 ppm; dan 2,5 ppm) sebanyak 1000 ml yang dilakukan sebanyak 4 kali sehingga membutuhkan sampel 20.000 ml limbah cair di *Waste Water Treatment Plant* PT. POMI. Dari pengujian hipotesis tersebut penggunaan dosis koagulan-flokulan yang optimum yaitu dosis 2,0 ppm dengan nilai rata-rata kekeruhan sebesar 1,6925 NTU dan nilai rata-rata kecepatan pengendapan yaitu 763,50 s/lt. Nilai kekeruhan tersebut masih memenuhi standar nilai TSS yang ditetapkan yaitu 100 mg/lt.

Pendahuluan

PT. POMI memiliki 3 unit aktif dan melakukan proses pengolahan limbah cair secara mandiri dengan disediakan bagian *Waste Water Treatment Plant* (WWTP). Untuk mengetahui setiap limbah yang dihasilkan memenuhi standar baku yang ditetapkan dilakukannya pengujian sampel air limbah dengan metode *Jar Test*.

Jar Test merupakan proses percobaan yang berfungsi untuk menentukan dosis optimal dari koagulan yang digunakan pada proses pengolahan air limbah. Hasil *Jar Test* yaitu mendapatkan hubungan antara waktu pengendapan dan dosis koagulan yang digunakan (Permatasari, 2013:6).

Koagulasi secara umum didefinisikan sebagai penambahan zat kimia (koagulan) ke dalam air baku dengan maksud mengurangi gaya tolak-menolak antar partikel *koloid*, sehingga partikel-partikel tersebut dapat bergabung menjadi *flok-flok* halus.

Proses koagulasi terdiri dari dua tahap besar, yaitu tahap penambahan koagulan dan

tahap pencampuran koagulan. Dalam proses pencampuran terdiri dari dua macam pengadukan yaitu pengadukan cepat yang bertujuan untuk mempercepat dan menyeragamkan penyebaran zat kimia melalui air yang diolah, serta untuk menghasilkan dispersi yang seragam dari partikel-partikel koloid. Sedangkan pengadukan pelan bertujuan untuk menggumpalkan partikel-partikel terkoagulasi berukuran mikro menjadi partikel-partikel *flok* yang lebih besar.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi yaitu suhu air, derajat keasaman (pH), jenis koagulan, kadar ion terlarut, tingkat kekeruhan, dosis koagulan, kecepatan pengadukan, dan alkalinitas.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *true experimental* menggunakan rancangan *posttest only control group design*. Populasi dalam penelitian ini yaitu limbah cair di *waste water treatment plant* di PT. POMI, menggunakan sampel air limbah

sebanyak 1000 ml yang dilakukan secara random dengan pengulangan sebanyak 4 kali percobaan dengan keadaan yang sama pada kelompok 5 yaitu kelompok perlakuan koagulan 0,5 ppm; kelompok perlakuan 1,0 ppm; kelompok perlakuan 1,5 ppm; kelompok perlakuan 2,0 ppm; dan kelompok perlakuan 2,5 ppm.

Hasil & Pembahasan

Dalam penelitian ini data dianalisis menggunakan metode uji *Anova Oneway* dengan teknik hitungan secara manual dan menggunakan proses software komputer. Dengan dosis koagulan 0,5 ppm; 1,0 ppm; 1,5 ppm; 2,0 ppm; 2,5 ppm; floakulan 0,5 ppm; dan pH 8,5.

Berdasarkan pengolahan data menggunakan *software* komputer didapatkan analisa deskriptif rata-rata nilai *turbiditi* sebagai berikut.

Analisis Deskriptif Rata-Rata Nilai Kekeruhan

Tabel 1. Rata-Rata Nilai Kekeruhan

Kelompok	N	Mean	Standar Deviasi
0,5 ppm	4	7,9525	0,5852
1,0 ppm	4	6,5725	0,23908
1,5 ppm	4	6,405	0,11561
2,0 ppm	4	1,6925	0,1292
2,5 ppm	4	2,595	0,17078
Total	20	5,0435	2,51178

Data dari tabel diatas diketahui rata-rata nilai *turbiditi* yaitu 5,0435 dengan *standar deviasi* total sebesar 2,51178. Sedangkan data dari hasil deskriptif nilai kecepatan pengendapan didapatkan data sebagai berikut.

Analisis Deskriptif Rata-Rata Nilai Kecepatan Pengendapan

Tabel 2. Rata-Rata Nilai Kecepatan Pengendapan

Kelompok	N	Mean	Standar Deviasi
0,5 ppm	4	1137,25	22,618
1,0 ppm	4	1104,75	18,228
1,5 ppm	4	995,25	16,399
2,0 ppm	4	763,5	6,758
2,5 ppm	4	926,25	14,151
Total	20	985,4	138,532

Hasil pengolahan deskriptif nilai kecepatan pengendapan didapatkan nilai rata-rata yaitu 985,40 dengan total nilai *standar deviasi* sebesar 138,532.

Normalitas Nilai Kekeruhan

Tabel 3. Normalitas Nilai Kekeruhan

<i>Unstandardized Residual</i>	
N	20
<i>Asymp. Sig.</i>	0,729

Berdasarkan hasil uji normalitas nilai kekeruhan didapatkan hasil *sig* 0,729. Dimana nilai tersebut > 0,05 sehingga data tersebut dapat dikatakan berdistribusi normal.

Normalitas Nilai Kecepatan Pengendapan

Tabel 4. Normalitas Nilai Kecepatan Pengendapan

<i>Unstandardized Residual</i>	
N	20
<i>Asymp. Sig.</i>	0,723

Berdasarkan hasil uji normalitas nilai kekeruhan didapatkan hasil *sig* 0,723. Dimana nilai tersebut > 0,05 sehingga data tersebut dapat dikatakan berdistribusi normal.

Uji Homogenitas Nilai Kekeruhan

Tabel 5. Uji Homogenitas Nilai Kekeruhan

<i>Levene Statistic</i>	<i>Sig</i>
0,897	0,49

Hasil uji homogenitas nilai kekeruhan diatas hasil *sig* yaitu 0,490. Dimana nilai tersebut > 0,05 sehingga data dikatakan memiliki varian yang sama (homogen).

Uji Homogenitas Nilai Kecepatan Pengendapan

Tabel 6. Rata-Rata Nilai Kekeruhan

<i>Levene Statistic</i>	<i>Sig</i>
0,663	0,628

Hasil uji homogenitas nilai kekeruhan diatas hasil *sig* yaitu 0,628. Dimana nilai tersebut > 0,05 sehingga data dikatakan memiliki varian yang sama (homogen).

Uji Anova Oneway Nilai Kekeruhan

Tabel 7. Anova Oneway Nilai Kekeruhan

Uji Anova Oneway	F	<i>Sig</i>
	1247,324	0

F hitung sebesar 1247,324, sedangkan F tabel diketahui sebesar 3,06. Karena F hitung > F tabel maka H_0 ditolak. Dari data diatas diperoleh nilai probabilitas .000 yang berarti H_0 ditolak karena < 0,05.

Uji Anova Oneway Nilai Kecepatan Pengendapan

Tabel 8. Anova Oneway Nilai Kecepatan Pengendapan

Uji Anova Oneway	F	Sig
	331,716	0

F hitung sebesar 331,716, sedangkan F tabel diketahui sebesar 3,06. Karena F hitung > F tabel

maka H_0 ditolak. Dari data diatas diperoleh nilai probabilitas .000 yang berarti H_0 ditolak karena <0,05. Sedangkan berdasarkan perhitungan manual didapatkan hasil sebagai berikut

Uji Anova Oneway Nilai Kekeruhan Secara Manual

Tabel 9. Anova Oneway Nilai Kekeruhan Secara Manual

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (Degree of Freedom)	Jumlah Kuadrat (Sum Square)	Rata-Rata Kuadrat (Mean Square)	F Hitung	F Tabel
Antar Grup	$V1 = 5 - 1 = 4$	119,512	MSB = 29,878		
Dalam Grup (error)	$V2 = 20 - 5 = 15$	0,36	MSW = 0,024	1244,9	3,06
Total	19	119,874		17	

F hitung > F tabel, maka H_0 ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan dosis optimal koagulan 0,5 ppm; 1,0 ppm; 1,5 ppm; 2,0 ppm; 2,5 ppm; dan

flokulan 0,5 ppm pada pengolahan limbah cair.

Uji Anova Oneway Nilai Kecepatan Pengendapan

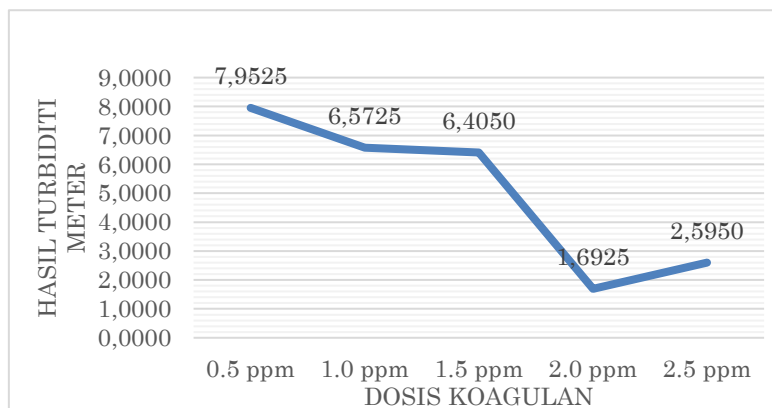
Tabel 10. Anova Oneway Nilai Kecepatan Pengendapan

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (Degree of Freedom)	Jumlah Kuadrat (Sum Square)	Rata-rata Kuadrat (Mean Square)	F Hitung	F Tabel
Antar Grup	$V1 = 5 - 1 = 4$	361510,8	MSB = 90377,7		
Dalam Grup (error)	$V2 = 20 - 5 = 15$	4058	MSW = 270,53	334,0	3,06
Total	19	365568,8		7	

F hitung > F tabel, maka H_0 ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat kecepatan pengendapan optimal koagulan 0,5 ppm; 1,0 ppm; 1,5 ppm; 2,0 ppm; 2,5 ppm;

dan flokulan 0,5 ppm pada pengolahan limbah cair.

Diagram Perbedaan Hasil Nilai Kekeruhan



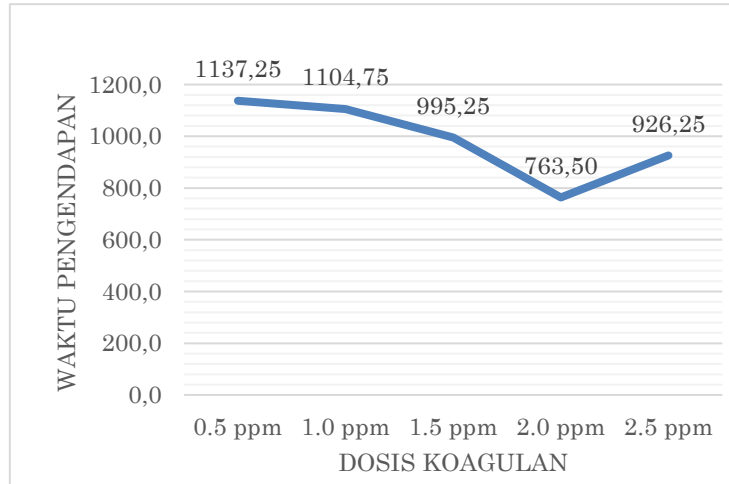
Gambar 1. Diagram Hasil Turbiditi Meter Pada Dosis Koagulan

Dari diagram tersebut dapat dilihat hasil sebaran rata-rata nilai turbiditi meter pada setiap dosis koagulan. dapat dikatakan jika dosis koagulan yang digunakan optimal

maka nilai kekeruhan akan berada pada titik terendah dimana hal ini dapat mengoptimalkan biaya produksi pengolahan limbah cair. Apabila dosis koagulan yang

digunakan cukup tinggi maka koagulan yang digunakan akan menjadi pengotor bagi limbah cair sehingga nilai *turbiditi* yang didapatkan tidak berada pada titik terendah namun masih dapat memenuhi syarat

pengolahan limbah cair. Sedangkan berdasarkan pengolahan data kecepatan pengendapan didapatkan hasil nilai rata-rata sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram Waktu Pengendapan Pada Dosis Koagulan

Dari diagram tersebut didapatkan waktu pengendapan tercepat yaitu pada dosis 2,0 ppm dengan kecepatan 763,50 s/lt. Sehingga berdasarkan analisis deskriptif, koagulan dengan dosis 2,0 ppm mendapatkan nilai rata-rata tingkat kekeruhan terendah yaitu 1,6925 NTU dengan kecepatan pengendapan 763,50 s/lt.

Kondisi optimal proses koagulasi ditunjukkan dengan menurunnya biaya operasional yang dikeluarkan oleh PT. POMI untuk mengolah limbah cair. Nilai penurunan biaya pengolahan sebagai berikut.

Biaya Operasional Pengolahan Air Limbah Setelah Penelitian

Tabel 11. Biaya Operasional Pengolahan Air Limbah Setelah Penelitian

Bahan	Satuan	Bentuk	Harga Satuan (Rp)	Dosis	Kebutuhan Bahan/Bulan	Biaya/Bulan (Rp.)
Organic Coagulant (N8100)	Kg	Cair	86.000	2 ppm	164,29 Kg	14.128.940

Dari data diatas dapat diketahui bahwa dengan adanya penurunan dosis koagulan yang digunakan dapat menurunkan biaya produksi sebesar 35.321.060 rupiah. Hal ini dikarenakan pada proses pengolahan limbah cair di PT. POMI dengan menggunakan koagulan pada dosis 7 ppm menghabiskan biaya produksi sebesar 49.450.000 rupiah.

Sedangkan penggunaan dosis koagulan yang tidak optimum akan menghasilkan sisa koagulan pada proses akhir. Sehingga dilakukan analisa pengoptimalan dosis koagulan yaitu dosis koagulan 2 ppm. Dosis tersebut memiliki nilai rata-rata tingkat kekeruhan dan kecepatan pengendapan terendah dan membutuhkan biaya produksi yang optimum yaitu 14.128.940 rupiah dan

mengalami penurunan biaya produksi sebesar 71,427%.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggunaan koagulan dengan dosis 2,0 ppm dan flokulan 0,5 ppm pada pH 8,5 optimum dalam nilai kekeruhan sebagai pengolahan limbah cair di *Waste Water Treatment Plant* PT. POMI.
2. Penggunaan koagulan dengan dosis 2,0 ppm dan flokulan 0,5 ppm pada pH 8,5 optimum dalam kecepatan pengendapan sebagai pengolahan limbah cair di *Waste Water Treatment Plant* PT. POMI.
3. Dengan penggunaan dosis koagulan yang optimum yaitu dosis koagulan 2 ppm dapat

menurunkan biaya produksi sebesar 71,427%.

Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di PT. POMI, saran yang dapat diberikan yaitu perlu dilaksanakannya pengujian *jar test* pada perubahan musim. Hal ini dikarenakan hasil limbah yang didapatkan setiap musim berbeda-beda, sehingga kebutuhan dosis koagulan-flokulan yang digunakan dalam setiap pengolahan tidak sama di samping itu penggunaan dosis koagulan-flokulan yang tepat dapat meminimalisir biaya produksi serta mengurangi sisa koagulan-flokulan pada proses pengolahan limbah cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, d. 2013. Data dan Metode Pengumpulan Data Penelitian. Metodologi Penelitian. Surakarta: Poltekes Kemenkes Surakarta
- Chamdan, A. 2013. Kajian Kinerja Teknik Proses dan Operasi Unit Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kedunguling PDAM Sidoarjo. *Jurnal Teknik POMITS 2(2)*. *Online*. <http://media.neliti.com>publications>. Diakses 24 Maret 2019.
- Cindy, A. 2017. Uji Efektivitas Ekstrak Bawang Putih (*ALLIUM SATIVUM*) Sebagai Insektisida Terhadap Kutu Rambut (*PEDICULUS CAPITIS*). *Jurnal PREVENTIA Vol 3 No 1 Juni 2017*.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. 2014. Operasi Teknik Kimia. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia
- Hafizah, E. 2016. *Uji Normalitas Dan Homogenitas Data*. Disertasi tidak diterbitkan. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Hutagalung, Esbon. 2012. Sistem Koloid. Jakarta: SMA Unggul Del.
- Hidayati, Nur, dll. 2018. Laporan Kegiatan On The Job Training. Laporan Akhir. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Jar Test Waster Water Treatment Plant*. Manual book. PT. Ecolab International Indonesia. NALCO Water.
- Kristijarti, A, et. al. 2013. Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X. Laporan Penelitian. *(Online)*. <http://journal.unpar.ac.id/index.php/rekayasa/article/viewFile/231/216>. Diakses 9 Juli 2018
- Mamanua, Stenly. 2013. Sistem Koloid. Modul Kimia. *(Online)*. <https://ivanjoannes.files.wordpress.com/2013/04/makalah-kimia-koloid.pdf>. Diakses 9 Juli 2018
- Manullang, Ramah. 2012. Efektivitas Pre-Treatment Koagulasi-Flokulasi Pada IPAL Rumah Sakit Metode Activated Sludge Studi Kasus: Pre-Treatment Limbah Cair Medis RSUPN DR. Cipto Mangunkusumo. Program Studi Teknik Lingkungan. Depok: Universitas Indonesia. *(Online)*. <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20307595-S42304Ramah%20Pita%20Manulang.pdf>. Diakses 9 Juli 2018.
- Nasution, L. 2017. Statistik Deskriptif *Jurnal Hikmah*. 14(01). Sekolah Tinggi Agama Islam. *(Online)*.
- Permatasari, Tri, dll. 2013. Optimasi Penggunaan Koagulan Dalam Proses Penjernihan Air. *Jurnal Sains dan Pomits*. 2(1). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November. *(Online)*. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=61020&val=4187>. Diakses 9 Juli 2018.
- Pratiwi, Riska. 2013. Optimasi Koagulasi dan Flokulasi. *(Online)*. <https://www.scribd.com/document/186899377/defiki-riska-pratiwi>. Diakses 9 Juli 2018.
- Rachmah, Fany. 2013. Pengolahan Air Limbah Industri Laundry Dengan Metode Koagulasi Kimia Dan Elektrokimia. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. *(Online)*. <http://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/67551/1/F13fra.pdf>. Diakses 9 Juli 2018.
- Rachmat, Mochamad. 2011. Buku Ajar Biostatistika: Aplikasi Pada Penelitian Kesehatan. Jakarta: Buku Kedokteran ECG
- Rachmawati, S. 2009. Pengaruh Proses Koagulasi Dengan Koagulan Aluminium Sulfat Dan FerriKlorida. *Jurnal Teknik Lingkungan 5(2)*. Jakarta: Universitas Trisakti. *(Online)*. <https://media.neliti.com/media/publications/64055-ID-pengaruh-ph-pada-proses-koagulasi-dengan.pdf>. Diakses 9 Juli 2018.
- Riskawanti. 2016. Pengolahan Limbah Peredaman Karet Rakyat Dengan Metode Koagulasi Dan Flokulasi Menggunakan Al₂(SO₄)₃, FeCl₃ Dan PAC. *Jurnal Biopolar Industri 7(1)*. Kalimantan: Universitas Lambung Mangkurat. *(Online)*. <https://media.neliti.com/media/publications/54151-ID-pengolahan-limbah-perendaman-karet-rakya.pdf>. Diakses 9 Juli 2018.
- Rosariawari, Firra. 2011. Efektivitas PAC dan Tawas Untuk Menurunkan Keketuhan Pada Air Permukaan. *Jurnal Teknik Lingkungan 5(1)*. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. *(Online)*. http://eprints.upnjatim.ac.id/4832/1/Jurnal_Fi

- rraMirwan_Env_Vol_5.1.pdf. Diakses 9 Juli 2018.
- Safar, G. 2007. *Metode Statistika II*. Disertasi tidak diterbitkan. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada
- Sastro, Sudigyo. 2011. *Dasar-Dasar Metode Penelitian Klinis*. Jakarta:CV.
- Sagung Seto Setyowati, dkk. 2010. *Analisis Data*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta. (Online).
<https://prabowosetiyobudi.files.wordpress.com/2012/06/analisis-data-vita.doc>. Diakses 12 September 2018.
- Sirait, A. 2001. Analisa Varians (ANOVA) dalam Penelitian Kesehatan. *Media Litbang Kesehatan*. 11(02). (Online).
<https://media.neliti.com/media/publications/156905-IDanalisa-variens-anovadalampenelitian-k.pdf>. Diakses 12 September 2018.
- Susanto, Ricky. 2008. *Optimasi Koagulasi-Flokulasi Dan Analisis Kualitas Air Pada Industri Semen*. Skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. (Online).
[http://www.repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/13050/1/RICKY%20SUSAN TOFST.pdf](http://www.repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/13050/1/RICKY%20SUSAN%20F06syu.pdf). Diakses 9 Juli 2018.
- Yuianti, Suci. 2006. *Proses Koagulasi-Flokulasi Pada Pengolahan Tersier Limbah Cair PT. Capsugel Indonesia*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. (Online).
<http://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/32848/1/F06syu.pdf>. Diakses 9 Juli 2018.
- Zainal, Abidin. 2012. *Perbandingan Penggunaan PAC Dan Alum Sebagai Koagulasi Pada Air Limbah Industri PT NALCO Indonesia*. Skripsi. Bogor: Universitas Pakuan.