

## OPTIMALISASI DOSIS KOAGULAN ALUMINIUM SULFAT DAN POLI ALUMINIUM KLORIDA (PAC) (STUDI KASUS PDAM TIRTA MUSI PALEMBANG)

### OPTIMALISATION OF ALUMINIUM SULPHATE AND POLY-ALUMINIUM CHLORIDE (PAC)(CASE STUDY AT PDAM TIRTA MUSI PALEMBANG)

Rizka Mayasari <sup>1)</sup>, Merisha Hastarina <sup>2)</sup>  
Universitas Muhammadiyah Palembang  
Email : [rizkamaya28.rm@gmail.com](mailto:rizkamaya28.rm@gmail.com)

#### ABSTRAK

PDAM Tirta Musi merupakan salah satu perusahaan penyedia air minum di Palembang. Sumber air baku yang digunakan PDAM Tirta Musi Palembang seluruhnya berasal dari sungai Musi yang terbagi kedalam dua intake yaitu Intake Karang Anyar dan Intake 1 Ilir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan jenis dan dosis koagulan yang tepat dalam proses pengolahan air baku menjadi air minum. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang penggunaan jenis koagulan yang efektif dan efisien dalam memperbaiki kualitas air baku di kedua intake Percobaan pengolahan telah dilakukan pada dua intake tersebut dengan cara koagulasi-flokulasi menggunakan alat jar test untuk mendapatkan dosis koagulan optimum. Dosis optimum yang diperoleh adalah aluminium sulfat 35 ppm dengan efisiensi sebesar 66,1% dan biaya bahan baku Rp 140, 00 /m<sup>3</sup>. 35 ppm dengan efisiensi sebesar 66,1% dengan biaya bahan baku sebesar Rp 140,00 per m<sup>3</sup> untuk pengolahan air baku di intake Karang Anyar. Sedangkan koagulan optimum air baku di intake 1 Ilir adalah Poly Aluminium Chloride cair 25 ppm dengan efisiensi sebesar 63,9% dengan biaya bahan baku sebesar Rp 120,00 per m<sup>3</sup>.

*Kata kunci : biaya, dosis optimum, efisiensi, koagulan*

#### ABSTRACT

PDAM Tirta Musi is one of the water supply companies in Palembang. The source of raw water used by the PDAM comes entirely from the Musi river which is divided into two intakes, namely Karang Anyar Intake and 1 Ilir Intake. The purpose of this study was to get the right type and dose of coagulant in the process of raw water treatment into drinking water. This research is expected to provide scientific information about the use of effective and efficient coagulant types in improving the quality of raw water in both intakes. Processing experiments have been carried out on these two intakes by coagulation-flocculation using a jar test tool to obtain the optimum coagulant dose. The optimum dosage obtained was 35 ppm aluminum sulfate with an efficiency of 66.1% and a raw material cost of Rp 140.00 / m<sup>3</sup>. 35 ppm with an efficiency of 66.1% with a raw material cost of Rp 140.00 per m<sup>3</sup> for raw water treatment at Karang Anyar intake. While the optimum raw water coagulant at 1 Ilir intake is 30 ppm liquid Poly Aluminum Chloride with 63.9% efficiency with a raw material cost of Rp 120.00 per m<sup>3</sup>.

Keyword: cost, optimum dosage, efficiency, coagulant

#### Pendahuluan

Sebagian besar air yang ada dibumi ini tidak dapat langsung digunakan untuk kepentingan makhluk hidup. Untuk menjadikan air

tersebut layak pakai, maka air tersebut harus melewati suatu proses pengolahan. Pengolahan air baku untuk menjadi air minum sangat tergantung pada kualitas sumber air baku tersebut. PDAM Tirta Musi

merupakan salah satu perusahaan penyedia air minum di Palembang. Sumber air baku yang digunakan PDAM Tirta Musi Palembang seluruhnya berasal dari air permukaan, yaitu sungai Musi dan sungai Ogan. Pada hakekatnya air sungai tidak memenuhi standar kualitas air minum yang berlaku, sehingga unsur-unsur yang tidak memenuhi standar perlu dihilangkan agar memenuhi standar yang berlaku.

Terdapat tiga bangunan intake air baku pada PDAM Tirta Musi yaitu : Intake Karang Anyar dan Intake 1 Ilir yang berasal dari sungai Musi, sedangkan Intake Ogan bermuara pada sungai Ogan.

Kualitas air baku dari masing-masing intake tidaklah sama. Hal ini disebabkan oleh faktor geografis letak intake, banyaknya industri atau pemukiman yang berada disekitar intake. Oleh sebab itu perlu dilakukannya penelitian serta pengujian terhadap kualitas air baku sebelum dan setelah penambahan koagulan Aluminium Sulphate pada intake Borang dengan melakukan Jar Test.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas fisik air baku dari intake Karang Anyar dan intake 1 Ilir bila menggunakan koagulan aluminium sulfat dan koagulan alternatif selain aluminium sulfat. Manfaat penelitian ini agar dapat memberikan informasi mengenai dosis dan jenis koagulan yang lebih efektif dan efisien dalam pengolahan air baku di kedua intake sehingga dapat diminimalisir masalah biaya.

### **Tinjauan Pustaka**

#### **Tinjauan Umum Air**

Air sungai merupakan salah satu sumber air baku bagi masyarakat. Air sungai mempunyai kualitas yang

baik karena langsung keluar dari mata air di pegunungan. Namun, semakin jauh dari sumbernya semakin besar tingkat pencemaran pada air sungai, karena semakin terakumulasinya limbah dari hulu ke hilir (Wiwoho 2005).

Dalam Peraturan Pemerintah RI No 82 tahun 2001, kualitas air ditetapkan melalui pengujian parameter fisik dan parameter kimia.

1. Parameter Fisik Kualitas Air
  - a. pH, pH air berkisar antara 6,5 – 9,0 dan kisaran optimal adalah pH 7,5 – 8,7 (Kordidan Andi, 2009).
  - b. Kekeruhan, air dikatakan keruh, apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna / rupa yang berlumpur dan kotor (Sutrisno, 2004).
  - c. Temperatur, Menurut Wibisono (2005), konsentrasi gas oksigen sangat dipengaruhi oleh temperatur, makin tinggi temperatur, makin berkurang tingkat kelarutan oksigen yang akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat penguraian bahan anaerobik yang mungkin saja terjadi.
  - d. Warna air dapat ditimbulkan oleh kehadiran organisme, bahan-bahan tersuspensi yang berwarna dan oleh ekstrak senyawa-senyawa organik .
  - e. Total Dissolved Solid, Banyak diantara kita hanya mengetahui bahwa air yang layak konsumsi adalah air yang bebas bakteri dan virus, akan tetapi salah satu faktor yang sangat penting dan menentukan bahwa air yang layak konsumsi adalah

kandungan Total Dissolved Solid (TDS) atau kandungan unsur mineral dalam air.

- f. Bau dan rasa dapat dihasilkan oleh adanya organisme dalam air seperti alga, gas seperti H<sub>2</sub>S yang terbentuk dalam kondisi anaerobik, dan senyawa-senyawa organik tertentu. Air yang baik idealnya tidak berbau dan tidak berasa.
  - g. Konduktivitas, secara umum faktor yang lebih dominan dalam perubahan konduktivitas air adalah temperatur.
2. Parameter Kimia Kualitas Air
    - a. DO (*dissolved oxygent*) adalah jumlah oksigen terlarut dalam air yang berasal dari fotosintesa dan absorpsi atmosfer / udara. Semakin banyak jumlah DO maka kualitas air semakin baik.
    - b. BOD (*biological oxygent demand*), Nilai BOD hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang di butuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan pencemar.( Nugroho, 2006 ).
    - c. COD (*chemical oxygent demand*) adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik secara kimia ( Nugroho, 2006 ).
    - d. Kesadahan air adalah kandungan mineral-mineral tertentu di dalam air dalam bentuk garam karbonat.
    - e. Senyawa-senyawa kimia yang bercun.

### Koagulasi

Koagulasi adalah proses adsorpsi oleh koagulan terhadap partikel-partikel koloid sehingga menyebabkan destabilisasi partikel. Koagulan biasa dibubuhkan ke

dalam air yang dikoagulasi yang bertujuan untuk pembentukan flok dan untuk mencapai sifat spesifik flok yang diinginkan sehingga mudah mengendap. Koagulan adalah zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi. Zat ini merupakan donor muatan positif yang digunakan untuk mendestabilisasi muatan negatif partikel. Dalam pengolahan air sering dipakai garam aluminium, Al (III) atau garam besi (II) dan besi (III) (Aminzadeh, et al. 2007).

Koagulan yang umum digunakan pada pengolahan air antara lain: Aluminium Sulfat (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.xH<sub>2</sub>O), Sodium Aluminat (NaAlO<sub>2</sub> atau Na<sub>2</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), Polyaluminium Chloride (PAC), ferri sulfat (Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.9H<sub>2</sub>O), ferri klorida (FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O), dan ferro sulfat (FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) (Sugiarto 2006).

Aluminium sulfat merupakan bahan koagulan yang paling banyak digunakan. Poly-Aluminium Chloride (PAC) merupakan koagulan alternatif dari aluminium sulfat. Polialuminium klorida merupakan salah satu koagulan polimer utama yang digunakan secara luas pada pengolahan air dan air limbah. PAC merupakan PAC efektif bekerja pada rentang pH yang cukup luas yaitu pH 6 sampai dengan 9 (Karamah et al. 2008). Berdasarkan hierarki perencanaan fasilitas dan definisi perancangan tata letak yang telah diuraikan sebelumnya, maka pengertian perancangan tata letak yang dipakai dalam tugas Kerja Praktek II ini adalah pengaturan konfigurasi stasiun kerja produksi yang disusun berdasarkan interaksi antar departemen yang memenuhi kriteria-kriteria tertentu sehingga interaksi tersebut optimal dalam

proses transformasi material dari bahan mentah menjadi produk jadi.

### **Koagulasi Flokuasi sebagai Metode Pengolahan Air Sungai**

Prinsip pengendapan polutan berupa partikel koloid adalah berdasarkan proses koagulasi dan flokulasi. Koagulasi adalah proses yang bersifat kimia yang bertujuan menurunkan kekeruhan dan material pada air yang kebanyakan merupakan partikel – partikel koloidal (berukuran 1-200 milimikron) seperti alga, bakteri, zat organik anorganik dan partikel lempung (Lin 2007).

Koloid adalah sekelompok atom atau molekul berukuran sangat kecil yang tidak dapat diendapkan secara gravitasi namun tetap terlarut dalam air. Karena terlarut, koloid bersifat stabil. Stabilitas ini disebabkan oleh terjadinya tolak - menolak diantara partikel koloid (Sincero 2003).

Secara alami, partikel koloid dalam air memiliki muatan yang sama. Akibatnya partikel koloid akan tolak menolak sehingga tidak terjadi pembentukan partikel besar dalam air. Koagulasi bekerja dengan memberikan ion berlawanan muatan sehingga menurunkan gaya tolak menolak dan terjadi tarik menarik antara partikel koloid. Meningkatnya gaya tarik menarik antara partikel koloid membuat partikel menjadi lebih besar dan mengendap di dasar air (Aminzadeh, et al. 2007). Endapan tersebut kemudian menjebak partikel koloid yang masih berada dalam air menjadi flok. Tumbukan interpartikel ini dicapai melalui proses flokulasi (Zhan, et al. 2004)

Flokulasi adalah proses lanjutan dan koagulasi. Terbentuknya flok-flok yang baik biasanya diawali oleh proses koagulasi yang efisien.

### **Metodologi Penelitian**

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan melakukan berbagai pengukuran dan percobaan, baik di lapangan maupun di laboratorium.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air baku dari intake karang anyar dan intake 1 ilir, aluminium sulfat, Poly-Aluminium Chloride (PAC) jenis padat dan cair.

Alat “Jar Test” dengan kapasitas 6 gelas piala masing-masing 500 ml dilengkapi pengaduk dan pemutar dengan tenaga listrik (Gambar 1).



Gambar 1. Alat Jar Test

### **Percobaan Koagulasi dengan Alat Jar Test**

Jar test merupakan metode standar yang digunakan untuk menguji proses koagulasi. Informasi yang didapat dengan melakukan jar test antara lain dosis optimum penambahan koagulan, lama pengendapan serta volume endapan yang terbentuk. Jar test sebaiknya dilakukan setiap kali terjadi perubahan keadaan air baik oleh perubahan musim maupun sebab lain. Jar test terdiri dari enam buah batang pengaduk yang masing – masing mengaduk satu buah gelas dengan kapasitas satu liter. Satu buah gelas berfungsi sebagai kontrol dan kondisi operasi dapat bervariasi diantara lima gelas yang tersisa. Volume gelas adalah 500 ml.

Penggunaan sebuah pengukuran RPM di bagian atas petangkat jar test ini berperan sebagai pengontrol keseragaman kecepatan pencampuran pada keenam gelas tersebut. Hasil dari uji ini menjadi acuan dalam pemberian dosis koagulan pada proses koagulasi. Percobaan dilakukan dengan dua perlakuan utama yaitu : menggunakan bahan koagulan aluminium sulfat dan poly-aluminium chloride (PAC). Tujuan perlakuan ini adalah mencari bahan koagulan yang lebih efisien untuk penjernihan air di sungai yang diteliti.

### Jenis Koagulan

Dua jenis koagulan utama yang akan dikaji adalah Aluminium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) dan Poly-Aluminium Chloride (PAC). Kedua jenis koagulan tersebut paling banyak dipakai dan mudah diperoleh di pasar. Bahan bantu koagulan akan dipakai apabila tingkat efisiensi koagulasi terlalu rendah (<50 %). Proses koagulasi bisa terhambat jika tingkat kekeruhan terlalu rendah atau terlalu tinggi. Oleh karena itu perlu ditemukan batas optimal pemakaian koagulan pada kondisi kekeruhan air baku yang berbeda.

### Penentuan Koagulan Optimum

Penentuan koagulan optimum merupakan kombinasi dari dosis koagulan terendah, efisiensi pengurangan kekeruhan tertinggi dan perhitungan segi ekonomi. Biaya koagulan ditentukan dari konsentrasi optimum koagulan yang digunakan terhadap air sungai.

### Perhitungan Efisiensi Proses Koagulasi-Flokulasi

Untuk mengetahui sejauh mana tingkat efisiensi proses koagulasi-flokulasi yang dapat menjadi indikator kinerja instalasi pengolahan air minum, maka dapat dihitung nilai tersebut

dengan membandingkan kekeruhan air sebelum dan sesudah proses koagulasi menggunakan formula 1 berikut :

$$E = [(T_0 - T_1)/T_0] * 100 \quad (1)$$

Keterangan.

E: efisiensi proses koagulasi-flokulasi(%)

T<sub>0</sub> : tingkat kekeruhan air baku

T<sub>1</sub> : tingkat kekeruhan air olahan

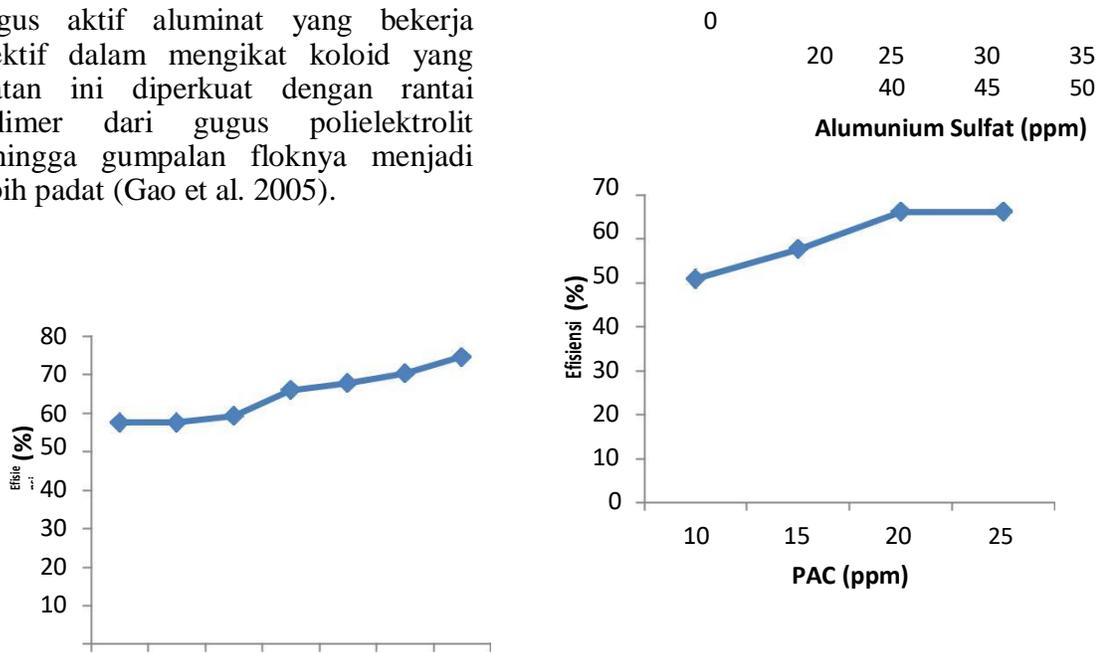
### Hasil dan Pembahasan Penentuan Dosis Koagulan Optimum

Penentuan koagulan optimum merupakan kombinasi dari dosis koagulan terendah, efisiensi pengurangan kekeruhan tertinggi dan perhitungan segi ekonomi. Koagulan optimum akan digunakan pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) sebagai koagulan terbaik dalam mengolah air sungai menjadi air bersih. Pada awalnya akan dibandingkan efisiensi koagulan pada masing-masing sungai kemudian ditentukan koagulan optimum dengan mengikuti parameter koagulan terendah dan segi ekonomi.

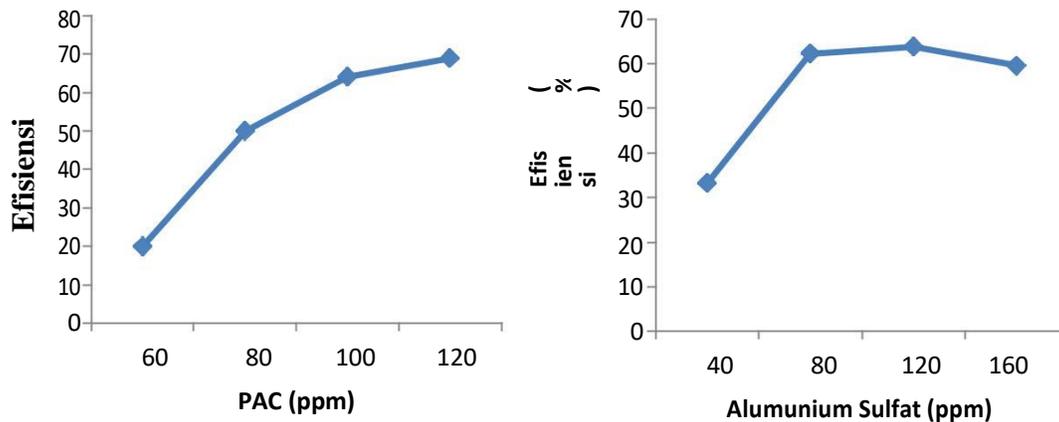
Efisiensi penggunaan koagulan PAC dan aluminium sulfat (Gambar 1) pada Intake Karang Anyar, masing-masing memiliki efisiensi yang semakin tinggi setelah dilakukan penambahan konsentrasi koagulan. Efisiensi tertinggi koagulan aluminium sulfat pada konsentrasi 50 ppm sebesar 74,57% sedangkan PAC pada konsentrasi 20 ppm sebesar 66,1%.

Perbandingan tingkat optimal koagulan dibandingkan hasil akhir kekeruhan pada Intake Karang Anyar (< 5 NTU) terdapat di 40 ppm pada alum dan 20 ppm pada PAC. Konsentrasi PAC lebih rendah 20 ppm dibandingkan aluminium sulfat dengan efisiensi sama. Hal ini disebabkan PAC lebih cepat membentuk flok daripada koagulan biasa. Hal ini disebabkan adanya

gugus aktif aluminat yang bekerja efektif dalam mengikat koloid yang ikatan ini diperkuat dengan rantai polimer dari gugus polielektrolit sehingga gumpalan floknya menjadi lebih padat (Gao et al. 2005).



**Gambar 1** Efisiensi koagulan aluminium sulfat (kiri) dan PAC (kanan) di Intake Karang Anyar berdasarkan tingkat konsentrasi koagulan



**Gambar 2** Efisiensi koagulan PAC (kiri) dan Aluminium Sulfat (kanan) di Intake 1 Ilir berdasarkan tingkat konsentrasi

Efisiensi penggunaan koagulan aluminium sulfat dan PAC (Gambar 2) pada Intake 1 Ilir masing-masing memiliki efisiensi yang semakin tinggi setelah dilakukan penambahan konsentrasi koagulan. Efisiensi tertinggi koagulan PAC terdapat pada konsentrasi 120 ppm sebesar 69% sedangkan aluminium sulfat pada konsentrasi 160 ppm sebesar 63,9%.

Biaya koagulan dilakukan untuk mengetahui biaya bahan baku yang

diperlukan untuk membuat Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) yang ekonomis dan sebagai parameter untuk menentukan koagulan optimum. Harga satuan yang berbeda antara poli-aluminium klorida (Rp 10.000/Kg) dan aluminium sulfat (Rp 4000,00/Kg) membuat biaya pengolahan lebih ekonomis menggunakan koagulan jenis aluminium sulfat.

**Tabel 1 Perbandingan dosis koagulan terhadap kekeruhan akhir, efisiensi dan biaya**

Koagulan	Dosis (ppm)	Kekeruhan akhir (NTU)	Efisiensi (%)	Biaya (Rp per m3)
<b>Intake Karang Anyar</b>				
PAC	20	2,73	66,10	250
Aluminium Sulfat	40	2,83	66,10	140
<b>Intake 1 Ilir</b>				
PAC	120	2,43	69	300
Aluminium Sulfat	160	2,83	63,9	120

Efisiensi penggunaan koagulan aluminium sulfat dan PAC (Gambar 2) pada Intake 1 Ilir masing-masing memiliki efisiensi yang semakin tinggi setelah dilakukan penambahan konsentrasi koagulan. Efisiensi tertinggi koagulan PAC terdapat pada konsentrasi 120 ppm sebesar 69% sedangkan aluminium sulfat pada konsentrasi 160 ppm sebesar 63,9%.

Biaya koagulan dilakukan untuk mengetahui biaya bahan baku yang diperlukan untuk membuat Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) yang ekonomis dan sebagai parameter untuk menentukan koagulan optimum. Harga satuan yang berbeda antara poli-aluminium klorida (Rp 10.000/Kg) dan aluminium sulfat (Rp 4000,00/Kg) membuat biaya pengolahan lebih ekonomis menggunakan koagulan jenis aluminium sulfat.

Berdasarkan harga bahan baku koagulan (Tabel 1) terlihat perbedaan harga yang signifikan pada penggunaan dengan nilai efisiensi yang sama pada

Intake karang anyar. Berdasarkan hal tersebut disimpulkan bahwa penggunaan koagulan aluminium sulfat konsentrasi 35 ppm adalah koagulan optimum untuk memperbaiki kualitas air Intake karang anyar dengan biaya Rp 140,00 per m<sup>3</sup>.

Berbeda dengan Intake 1 Ilir, berdasarkan harga bahan baku koagulan (Tabel 1) terlihat perbedaan harga yang signifikan pada penggunaan dengan nilai efisiensi yang tidak berbeda jauh. Berdasarkan hal tersebut disimpulkan bahwa penggunaan koagulan aluminium sulfat konsentrasi 25 ppm adalah koagulan optimum untuk memperbaiki kualitas air Intake 1 Ilir dengan biaya Rp 120,00 per m<sup>3</sup>.

#### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil percobaan dengan alat jar test terhadap air baku Intake karang Anyar. Koagulan optimum adalah aluminium sulfat 35 ppm dengan efisiensi sebesar 66,1% dengan biaya bahan baku sebesar Rp 140,00 per m<sup>3</sup>.

Hasil percobaan jar test terhadap air baku Intake 1 Ilir didapatkan bahwa koagulan optimum adalah PAC Cair 5 ppm dengan efisiensi sebesar 63,9% dengan biaya bahan baku sebesar Rp 200,00 per m<sup>3</sup>.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada DP2M Dikti melalui Penelitian Dosen Pemula Universitas Muhammadiyah Palembang tahun 2018 yang telah mendanai penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1990. “Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air”. Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.

Eddy, Mt. Calf. (2001). “Waste Water Treatment”. New York : McGraw-Hill Book Company.

Fitria,Dina dan Puji,Muhni. (2015). Inverter Motor Pompa Pada PDAM Tirta Musi Palembang. Jurnal Desiminasi Teknologi, Volume 3,No 1.

John Wiley & Sons, Inc. 2001. “Handbook of Public Water Systems Second Edition“. Kanada : HDR Engineeringm Inc.

Jonathan, Sarwono. (2011). Metode Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Margareta, Rizka Mayasari, dkk. (2012).Pengaruh Kualitas Air Baku Terhadap Dosis Dan Biaya Koagulan Aluminium Sulfat Dan Poly Aluminium Chloride. Jurnal Teknik Kimia, No.4, Vol.18. Palembang : Fakultas Teknik, UNSRI.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, Kriteria Air Baku.

Siregar Syofian. (2015). Statistika Terapan Untuk Perguruan Tinggi. Jakarta : Prenandania Group.

Tebbut, THY. 1992. “Principles of Water Quality Control 4th Edition “. Oxford : Pergamon Press.

Winarni. (2003). “Koagulasi Menggunakan Alum dan PAC “ dalam Jurnal Teknologi Vol 7 No. 3 Desember 2003.

