

## Pengaruh H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dalam Metode Koagulasi Pengolahan Air Payau Menggunakan Koagulan PAC dan Aluminium Sulfat

Bambang Hari Prabowo, Zahra Nursaidah, dan Febby Safitri

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Indonesia

[bambang.hari@lecture.unjani.ac.id](mailto:bambang.hari@lecture.unjani.ac.id); [zahranursaidah1@gmail.com](mailto:zahranursaidah1@gmail.com); [febbys114@gmail.com](mailto:febbys114@gmail.com)

### Abstrak

Air payau adalah air yang disebabkan oleh intrusi air laut ke sumber air tawar, dengan komposisi kandungan garam antara 0,5 - 30 g per Liter. Di daerah-daerah tertentu sering digunakan oleh penduduk di sekitar pantai sebagai kebutuhan sehari-hari, seperti mandi, mencuci pakaian dan lainnya. Air payau masih sulit diolah menjadi air tawar. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menemukan metode alternatif yang dapat digunakan untuk pengolahan air payau. Studi ini menguji efisiensi mengurangi salinitas air payau, dan untuk mengurangi nilai TDS, TSS, pH, dan cadangan Kekeruhan menggunakan koagulasi dengan metode koagulan. Variasi yang digunakan untuk koagulasi adalah kecepatan pengadukan 100 rpm dan dosis koagulan 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm dan 100 ppm. Hasil yang diperoleh pada penggunaan koagulan PAC dengan pengurangan TDS sebesar 19,94%, TSS sebesar 38,09%, Kekeruhan 85,83%, kadar Na 0,64% dan kadar Mg sebesar 11,61%. Sedangkan penggunaan koagulan aluminium sulfat dengan reduksi TDS 17,59%, TSS 38,74%, Kekeruhan 85,10%, kadar Mg 53,79% dan kadar Na 40,12%, koagulan aluminium sulfat dan PAC tidak mempengaruhi penurunan ukuran Cl.

Kata kunci: koagulasi, air payau, PAC, aluminium sulfat, TDS.

### Abstract

Brackish water is water caused by intrusion of sea water into fresh water sources, with a composition of salt content between 0.5 - 30 g per Liter. In certain areas often used by residents around the coast as daily necessities, such as bathing, washing clothes and others. Brackish water is still difficult to be processed into fresh water. Therefore, efforts are needed to find alternative methods that can be used for brackish water treatment. This study examines the efficiency of reducing brackish water salinity, and to reduce the value of TDS, TSS, pH, and Turbidity reserves using coagulation with coagulant methods. Variations used for coagulation are the stirring speed of 100 rpm and coagulant doses of 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm and 100 ppm. The results obtained on the use of PAC coagulants with a reduction in TDS of 19.94%, TSS of 38.09%, Turbidity of 85.83%, Na levels of 0.64% and Mg levels of 11.61%. While the use of aluminum sulfate coagulant with TDS reduction of 17.59%, TSS 38.74%, Turbidity 85.10%, Mg levels of 53.79% and Na levels of 40.12%, aluminum sulfate coagulants and PAC did not affect the decrease in Cl measure.

Keywords: Coagulation, brackish water, PAC, aluminium sulfat, TDS.

### 1. Pendahuluan

Menurut Alaerts dan Santika (Yulianti, 2006), jenis partikel koloid merupakan penyebab kekeruhan dalam air (efek *tyndal*) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan tidak keruh jika terjadi pengendapan (presipitasi) yang merupakan keadaan kejenuhan dari suatu senyawa kimia.

Partikel koloid dalam air sulit mengendap secara normal (Yulianti, 2006). Partikel koloid mempunyai muatan, penambahan koagulan akan menetralkan muatan tersebut. Partikel netral akan saling berikatan membentuk flok-flok besar dari partikel koloid yang berukuran sangat kecil. Hal ini disebut sebagai proses flokulasi.

Koagulasi diartikan sebagai proses kimia fisik dari pencampuran bahan kimia kedalam bentuk larutan tercampur. Flokulasi adalah proses penambahan flokulan pada pengadukan lambat untuk meningkatkan saling hubung antar partikel yang goyah sehingga meningkatkan penyatuannya (aglomerasi) (Yulianti, 2006).

Untuk mendorong pembentukan agregat partikel maka harus diambil langkah-langkah tertentu guna mengurangi muatan atau mengatasi pengaruh muatan partikel (Yulianti, 2006). Pengaruh muatan dapat diatasi dengan : (1) penambahan ion berpotensi menentukan muatan sehingga terserap atau bereaksi dengan permukaan koloid untuk mengurangi muatan permukaan, atau penambahan elektrolit yang akan memberikan pengaruh mengurangi ketebalan lapisan difusi listrik sehingga mengurangi zeta potensial, (2) penambahan molekul organik berantai panjang (polimer) yang sub-bagiannya dapat diberi muatan sehingga disebut polielektrolit, hal ini menyebabkan penghilangan partikel melalui adsorpsi dan pembuatan penghubung (*bridging*), dan (3) penambahan bahan kimia yang membentuk ion-ion yang terhidrolisis oleh logam.

#### Info Makalah:

Dikirim : 10-24-19;  
Revisi 1 : 12-16-19;  
Revisi 2 : 01-27-20;  
Diterima : 02-11-20.

#### Penulis Korespondensi:

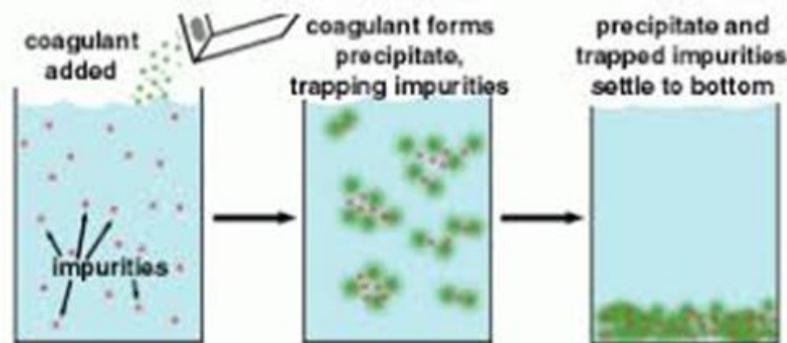
Telp : +62-8172-2950-8  
e-mail : [bambang.hari@lecture.unjani.ac.id](mailto:bambang.hari@lecture.unjani.ac.id)

Dua gaya yang menentukan kekokohan koloid adalah, (1) gaya tarik menarik antar partikel yang disebut dengan gaya Van der Waals, cenderung membentuk agregat yang lebih besar, (2) gaya tolak menolak yang disebabkan oleh pertumpangtindihan lapisan tanda elektrik yang bermuatan sama yang mengakibatkan kekokohan dispersi koloid (Yulianti, 2006).

Agar proses destabilisasi efektif, molekul polimer harus mengandung kelompok kimia yang dapat berinteraksi dengan permukaan partikel koloid. Pada saat terjadi kontak antara molekul polimer dengan partikel koloid, beberapa dari kelompok kimia pada polimer terserap ke permukaan partikel, meninggalkan molekul polimer yang tersisa pada larutan. Apabila terjadi kontak antar molekul polimer yang tersisa dengan partikel keduanya yang memiliki permukaan adsorpsi yang kosong, maka akan terjadi ikatan. Partikel polimer kompleks akan terbentuk dengan polimer sebagai penghubung. Jika partikel kedua tidak dapat berikatan, maka seiring dengan waktu bagian polimer yang tersisa perlahan akan terserap pada permukaan partikel yang lain, sehingga polimer tidak dapat lagi berfungsi sebagai penghubung.

Dosis polimer yang berlebih akan mengakibatkan koloid menjadi stabil kembali karena tidak adanya ruang untuk membentuk penghubung antar partikel. Pada kondisi tertentu, suatu sistem yang telah didestabilisasi dan membentuk agregat dapat menjadi stabil kembali dengan meningkatkan agitasi, akibat putusnya polimer permukaan partikel dan proses berulang antara polimer tersisa dengan permukaan partikel (Yulianti, 2006).

Koagulasi adalah proses penambahan koagulan kedalam air baku yang menyebabkan terjadinya destabilisasi dari partikel koloid agar terjadi agregasi dari partikel yang telah terdestabilisasi tersebut. Dengan penambahan koagulan, kestabilan koloid dapat dihancurkan sehingga partikel koloid dapat menggumpal (Yulianti, 2006). Mekanisme Proses koagulasi dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Mekanisme Koagulasi (Leeuwen, 1999).

Tujuan dari koagulasi adalah mengubah partikel padatan dalam air baku yang tidak bisa mengendap menjadi mudah mengendap. Hal ini karena adanya proses pencampuran koagulan kedalam air baku sehingga menyebabkan partikel padatan yang mempunyai berat ringan dan ukurannya kecil menjadi lebih berat dan ukurannya besar (flok) yang mudah mengendap (Hendricks, 2006).

Proses koagulasi dapat dilakukan melalui tahap pengadukan antara koagulan dan air baku netralisasi muatan. Prinsip dari koagulasi yaitu didalam air baku terdapat partikel-partikel padatan yang sebagian besar bermuatan listrik negatif. Partikel-partikel ini cenderung untuk saling tolak menolak satu sama lainnya sehingga tetap stabil dalam bentuk tersuspensi atau koloid dalam air. Netralisasi muatan negatif partikel-partikel padatan dilakukan dengan pembubuhan koagulan bermuatan positif ke dalam air diikuti dengan pengadukan secara tepat (Metcalf and Eddy, Tchobanoglous, Burton, & Stensel, 1991).

Bila garam-garam logam tertentu seperti koagulan PAC ditambahkan maka pembentukan presipitat akan terjadi dengan cepat. Koloid dapat berlaku sebagai inti kondensasi dalam presipitat tersebut dalam koloid ikut terjaring ketika presipitat tersebut mengendap. Pengendapan partikel dengan cara ini disebut sebagai koagulasi *sweepflock* (Susanto, 2008).

## 2. Metode

Koagulan yang digunakan adalah koagulan yang banyak dijual dipasar secara bebas yaitu tawas dan PAC dan harganya yang terjangkau. Air payau dilakukan analisis awal terlebih dahulu dengan mengukur turbiditas, TDS, TSS, pH, kadar natrium, kadar magnesium dan kadar klorida. Air payau (sample) dimasukkan ke dalam 5 gelas kimia sebanyak 1000 ml, kemudian ditambahkan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 5% sebanyak 5 ml. Dilakukan pengadukan dengan kecepatan 100 rpm selama 5 menit, kemudian diendapkan selama 2 jam setelah itu memasukan koagulan tawas dengan dosis 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, dan 100 ppm. Melakukan pengadukan kembali dengan kecepatan 100 rpm selama 5 menit. Dilanjutkan dengan pengendapan selama 120 menit. Kemudian dilakukan analisis, dengan mengukur turbiditas, TDS, TSS, pH, kadar Na, kadar Mg dan Cl dari setiap variasi dosis. Kemudian melakukan analisis dengan langkah yang sama dengan menggunakan koagulan PAC.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Data Hasil Analisis Air Payau Sebelum Menggunakan Koagulan Aluminium Sulfat.

Sampel	pH	TDS (ppm)	TSS (gram)	Turbiditas (NTU)
Sampel 1	8	8639	0,1131	2,97
Sampel 2	8	8243	0,116	3,57
Sampel 3	8	9691	0,1156	6,04
Sampel 4	8	9162	0,118	2,97
Sampel 5	8	8836	0,1115	3,86

Tabel 2. Data Hasil Analisis Air Payau Sebelum Menggunakan Koagulan PAC

Sample	pH	TDS (ppm)	TSS (gram)	Turbiditas (NTU)
Sample 1	8	8496	0,0995	1,84
Sample 2	8	9863	0,1195	3,01
Sample 3	8	9817	0,0908	2,74
Sample 4	8	9211	0,1024	5,08
Sample 5	8	9293	0,0833	4,2

Berikut ini Tabel data hasil analisis akhir pada pengolahan air payau menggunakan koagulan Aluminium Sulfat:

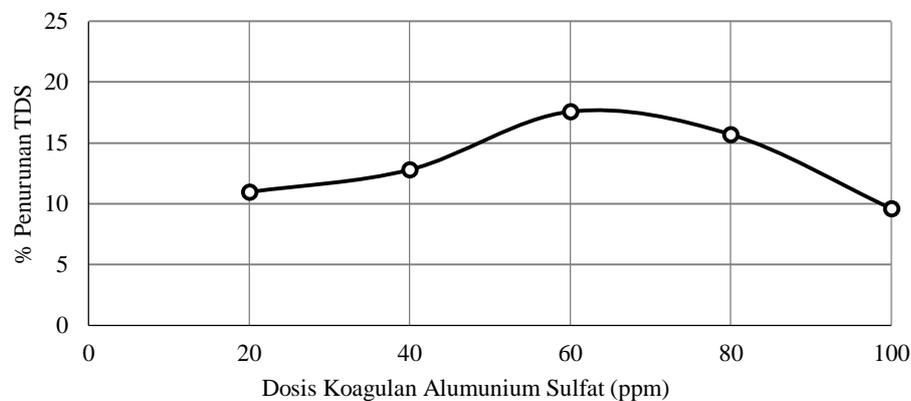
Tabel 3. Data Hasil Analisis Air Payau Setelah Menggunakan Koagulan Aluminium Sulfat.

Dosis koagulan (ppm)	pH	TDS (ppm)	TSS (gram)	Turbiditas (NTU)	% TDS	% Turbiditas	% TSS
20	7	7693	0,1556	0,93	10,95	68,69	27,31
40	7	7188	0,1695	0,82	12,80	77,03	31,56
60	7	7986	0,1887	0,9	17,59	85,10	38,74
80	7	7723	0,1815	0,75	15,71	74,75	34,99
100	7	7989	0,1651	0,82	9,59	78,76	32,47

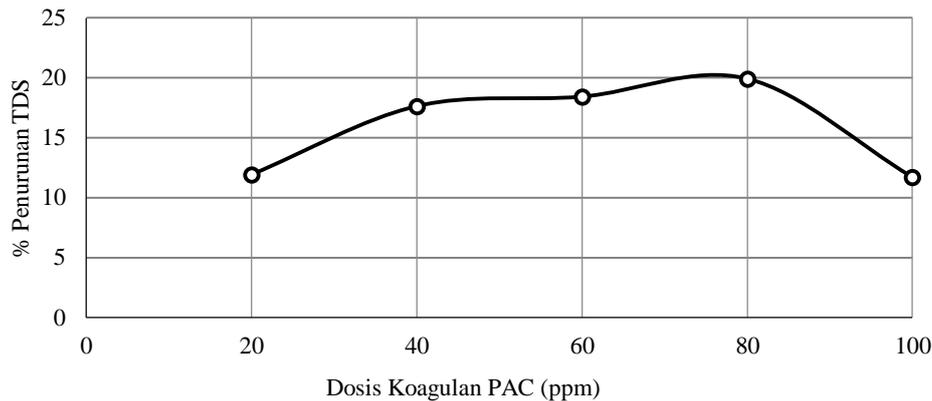
Berikut adalah Tabel data hasil analisis akhir pada pengolahan air payau menggunakan koagulan PAC :

Tabel 4. Data Hasil Analisis Air Payau Setelah Menggunakan Koagulan PAC

Dosis koagulan (ppm)	pH	TDS (ppm)	TSS (gram)	Turbiditas (NTU)	% TDS	% Turbiditas	% TSS
20	7	7480	0,1318	0,78	11,96	57,61	24,51
40	7	8122	0,173	0,71	17,65	74,75	30,92
60	7	7859	0,1425	0,75	18,45	75,18	36,28
80	7	7688	0,1654	0,72	19,94	85,83	38,09
100	7	7237	0,1273	0,7	11,75	83,33	34,56

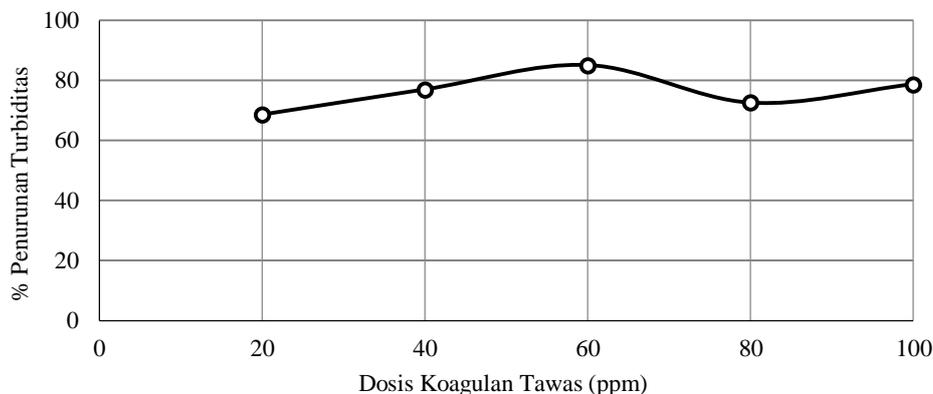


Gambar 2. Dosis koagulan Alumunium Sulfat terhadap % penurunan TDS

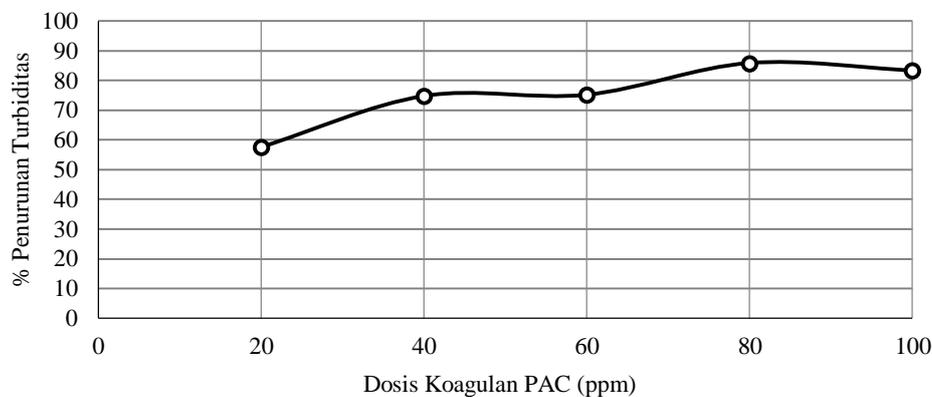


Gambar 3. Dosis koagulan PAC terhadap % penurunan TDS

TDS atau *Total Dissolved Solid* merupakan indikator dari jumlah partikel atau zat tersebut, baik berupa senyawa organik maupun non-organik. Zat atau partikel padat terlarut yang ditemukan dalam air dapat berupa natrium, kalsium, magnesium, kalium, karbonat, nitrat, bikarbonat, klorida dan sulfat. Koagulan dapat memengaruhi nilai TDS yang akan semakin besar atau semakin kecil, sampai pada batas kadar koagulan yang sesuai dengan kebutuhan air payau tersebut, sehingga dapat menurunkan kadar salinitas air payau. Pada gambar 2. dengan penambahan koagulan tawas dengan konsentrasi koagulan 20 ppm – 60 ppm nilai persentase penurunan TDS semakin meningkat. Pada konsentrasi koagulan 80 ppm dan 100 ppm mengalami penurunan, dikarenakan koagulan yang ditambahkan pada air payau berlebih dan terjadi deflokulasi, sehingga akan terbentuk kembali koloid dalam air, hal ini memungkinkan nilai TDS menjadi semakin bertambah. Hasil yang mendekati optimum pada penambahan koagulan tawas yaitu pada 60 ppm sebesar 17,59% . sama halnya dengan koagulan PAC dilihat pada gambar 3. konsentrasi 20 ppm – 80 ppm penurunan TDS semakin meningkat dan pada konsentrasi 100 ppm terjadi penurunan. Hasil yang mendekati optimum pada penambahan koagulan tawas yaitu pada 80 ppm sebesar 19,94% .

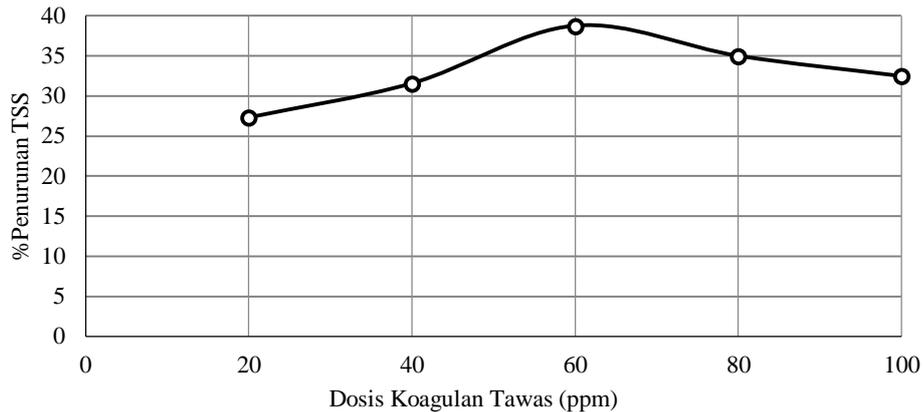


Gambar 4. Dosis koagulan Aluminium Sulfat terhadap % penurunan Turbiditas

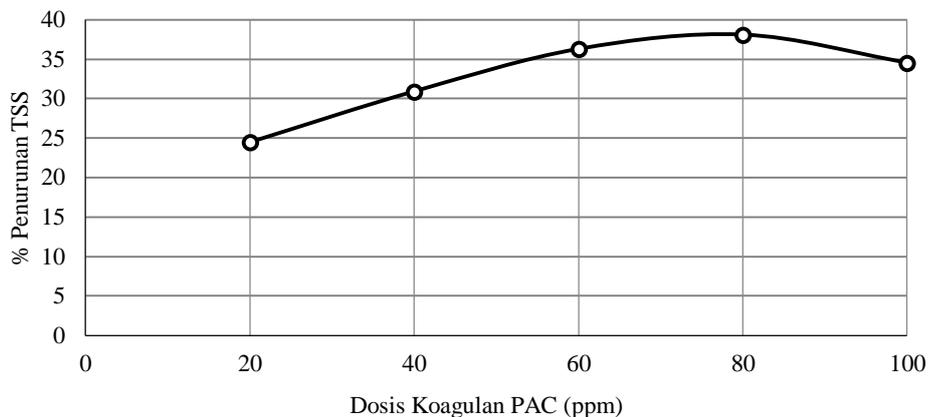


Gambar 5. Dosis koagulan PAC terhadap % penurunan Turbiditas

Pada Gambar 4. dan Gambar 5. diatas dapat dilihat pengaruh konsentrasi koagulan Tawas dan PAC terhadap turbiditas sampel, penurunan nilai kekeruhan dari air payau menjadi jernih, disebabkan oleh pengikat zat-zat koloid dan atau zat tersuspensi oleh bahan kimia koagulan ( $Al^{3+}$ ) dapat membentuk flok-flok. pengotor yang terdapat dalam air payau terlihat menjadi flok-flok sehingga mudah untuk di endapkan. Pada Gambar 4. dan Gambar 5. diatas menghasilkan nilai yang fluktuatif, pada rentang dosis koagulan tawas 20 ppm – 60 ppm nilai persentase penurunan tubiditas semakin meningkat. Pada konsentrasi 80 ppm dan 100 ppm mengalami penurunan. Dikarenakan Koagulan dapat mempengaruhi nilai turbiditas yang akan semakin besar atau semakin kecil, sampai pada batas kadar koagulan yang sesuai dengan kebutuhan air payau tersebut. Hasil yang mendekati optimum ditunjukkan pada dosis koagulan tawas 60 ppm sebesar 85,10%. Sama halnya dengan koagulan PAC dilihat pada gambar 5. konsentrasi 20 ppm – 80 ppm mengalami peningkatan penurunan nilai persentase tubiditas. dan pada konsentrasi 100 ppm terjadi penurunan. Untuk koagulan PAC menghasilkan nilai yang mendekati optimum pada dosis koagulan 80 ppm yaitu 85,83%.



Gambar 6. Dosis koagulan Alumunium Sulfat terhadap % penurunan TSS



Gambar 7. Dosis koagulan PAC terhadap % penurunan TSS

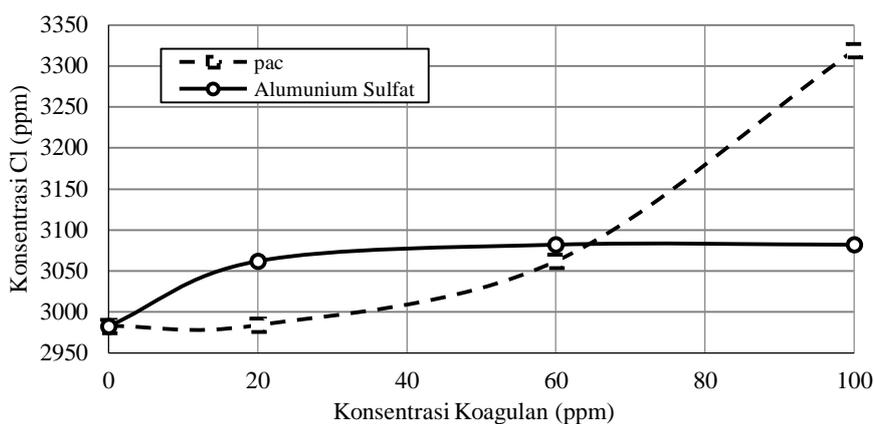
*Total Suspended Solid (TSS)* atau padatan tersuspensi total adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal  $2\mu m$  atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Dari Gambar 6. penambahan dosis koagulan alumunium sulfat pada rentang 20 ppm – 60 ppm nilai persentase penurunan TSS semakin meningkat. nilai TSS dipengaruhi oleh kadar koagulan yang ditambahkan. Hal ini dapat dijelaskan dengan semakin banyak koagulan yang ditambahkan maka semakin banyak pula partikel koloid dalam air payau dan membentuk flok sehingga nilai penurunan TSS menjadi meningkat. Pada dosis 80 ppm – 100 ppm terjadi penurunan, dikarenakan jumlah TSS yang terbentuk menjadi sedikit hal ini diduga terjadi proses adsorpsi kation yang berlebih oleh partikel koloid dalam air sehingga menyebabkan deflokulasi atau restabilisasi koloid kembali. Tidak semua partikel ini dapat diendapkan karena gaya gravitasi, sebagian partikel masih dapat disaring, dan tertahan oleh medium penyaring.

Hasil yang mendekati optimum pada penambahan koagulan tawas 60 ppm yaitu 38,74%, dan pada koagulan PAC 80 ppm yaitu 38,09%.

Berikut adalah Tabel data hasil analisis kadar garam pada pengolahan air payau menggunakan koagulan PAC dan Aluminium sulfat :

Tabel 5. Data hasil analisis kadar garam pada pengolahan air payau menggunakan koagulan PAC dan Aluminium sulfat

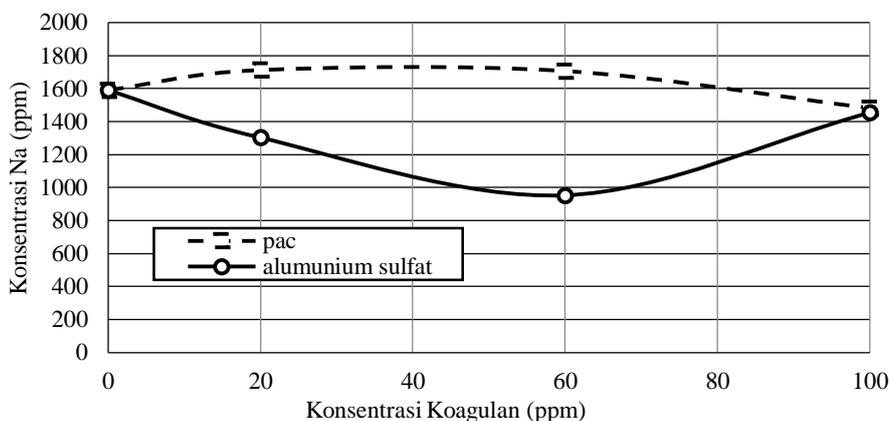
Jenis Koagulan	[Koagulan] Ppm	[Klorida] ppm	[Natrium] ppm	[Magnesium] ppm	% Cl	% Na	% Mg
Sample Awal	0	2983	1591	177,57	-	-	-
PAC	20	2964	1712	177,18	0,64	-7,61	0,22
	60	3062	1706	181,05	-2,65	-7,23	-1,96
	100	3319	1482	156,96	-11,26	6,85	11,61
Alumunium Sulfat	20	3062	1303	125,37	-2,65	18,10	29,40
	60	3082	952,71	82,06	-3,32	40,12	53,79
	100	3082	1455	169,51	-3,32	8,55	4,54



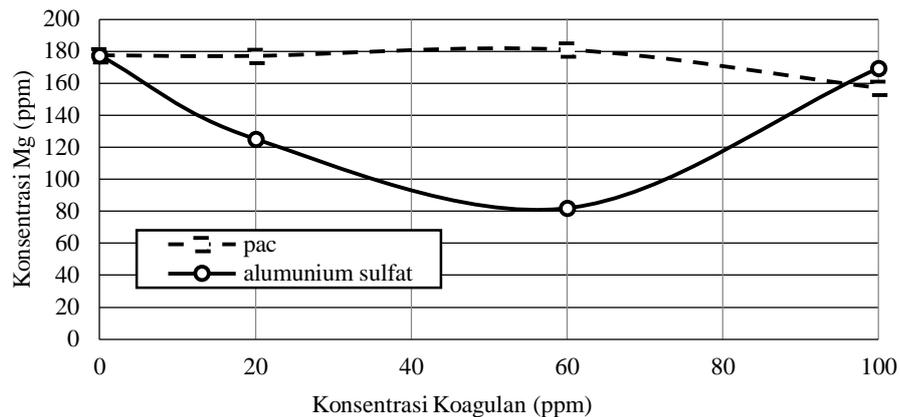
Gambar 8. Konsentrasi Koagulan terhadap Konsentrasi Cl

Kemampuan penurunan konsentrasi klorida menggunakan koagulan PAC dan alumunium sulfat tidak mempengaruhi penurunan konsentrasi klorida pada air payau. Pada kisaran konsentrasi koagulan PAC 60 sampai 100 ppm konsentrasi klorida justru bertambah, dikarenakan pada koagulan PAC mengandung Cl yang menyebabkan konsentrasi Cl bertambah. Sedangkan untuk hasil dari koagulan alumunium sulfat terdapat kenaikan konsentrasi klorida yang sedikit disebabkan karena adanya estimasi ketidakpastiaan pengukuran. Untuk penurunan konsentrasi Cl pada air payau yaitu menggunakan metode titrasi argentometri.

Pada penurunan konsentrasi Na menggunakan koagulan PAC dan alumunium sulfat, dapat dilihat dari Gambar 8. alumunium sulfat lebih efektif untuk penurunan konsentrasi Na dibanding menggunakan koagulan PAC. Karena pada penambahan koagulan alumunium sulfat senyawa  $(SO_4)^{2-}$  dapat mengikat  $Na^+$  membentuk senyawa  $Na_2SO_4$  yang mampu mengendap, sehingga menurunkan konsentrasi Na pada air payau yang menghasilkan hasil yang optimum pada penambahan koagulan 60 ppm yang dapat menurunkan konsentrasi Natrium sampai dengan 40,12%. Sedangkan pada koagulan PAC penurunan konsentrasi natrium, pada penambahan koagulan 100 ppm hanya mampu menurunkan kadar Na sekitar 6,85%. Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan alat MP-AES.



Gambar 9. Konsentrasi Koagulan terhadap Konsentrasi Na



Gambar 10. Konsentrasi Koagulan terhadap Konsentrasi Mg

Gambar 10. menunjukkan kurva kemampuan koagulan aluminium sulfat yang lebih efektif untuk menurunkan konsentrasi Mg dibanding menggunakan koagulan PAC, karena pada penambahan koagulan aluminium sulfat, senyawa  $(SO_4)^{2-}$  dapat mengikat  $Mg^{+}$  terbentuk senyawa  $MgSO_4$ , sehingga mampu menurunkan konsentrasi Mg pada air payau. Hasil yang optimum pada penambahan koagulan 60 ppm yang dapat menurunkan konsentrasi Magnesium sampai dengan 53,79%. Sedangkan pada koagulan PAC untuk menurunkan konsentrasi Magnesium, pada penambahan koagulan 100 ppm hanya mampu menurunkan kadar Mg sekitar 11,61%. Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan alat MP-AES.

### Kesimpulan

Dari penelitian yang telah kami lakukan dapat disimpulkan bahwa koagulan aluminium sulfat mampu menurunkan TDS sebesar 17,59%, Turbiditas sebesar 85,10% dan TSS sebesar 38,74% pada penggunaan aluminium sulfat sebesar 0,06 gram ( 60 ppm). Sedangkan untuk koagulan PAC mampu menurunkan TDS sebesar 19,94% , Turbiditas sebesar 85,83% dan TSS sebesar 38,09% pada penggunaan PAC sebesar 0,08 gram (80 ppm).

Kedua koagulan baik aluminium sulfat dan koagulan PAC cukup baik menurunkan kadar Mg dan Na air payau. Koagulan aluminium sulfat memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan koagulan PAC. Aluminium sulfat mampu menurunkan Na sebesar 40,12% dan Mg sebesar 53,79% pada penggunaan aluminium sulfat 0,06 gram ( 60 ppm). Sedangkan untuk penggunaan koagulan PAC mampu menurunkan kadar Na 6,85% dan Mg sebesar 11,61% pada penggunaan PAC sebesar 0,1 gram ( 100 ppm). Koagulan aluminium sulfat dan PAC tidak dapat menurunkan kadar Cl dalam air payau.

### Daftar Pustaka

- Hendricks, D. W. (2006). *Water Treatment Unit Process : Physical and Chemical*. Florida: CRC Press.
- Leeuwen, J. H. Van. (1999). *Sustainable Education On Engineering Sustainability* (1 ed.). Armidale: University of New England.
- Metcalf and Eddy, I., Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (1991). *Wastewater Engineering* (3 ed.). Singapore: McGraw Hill International Edition.
- Susanto, R. (2008). *Optimasi Koagulasi-Flokulasi Dan Analisis Kualitas Air Pada Industri Semen*. UIN Syarif Hidayatullah.
- Yulianti, S. (2006). *Proses Koagulasi-Flokulasi pada Pengolahan Tersier Limbah Cair*. Institut Pertanian Bogor.

(Halaman Ini Sengaja Dibiarkan Kosong)