



Analisis pembuatan dan penggunaan koagulan *poly aluminium chloride (PAC)* pada proses penjernihan air

FAISOL SEPTIANTO¹, RENI MASRIDA¹, ANDI NURALIYAH^{1*}

¹ Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jakarta Selatan, Jakarta, 12140, Indonesia

*Korespondensi: andi.nuraliyah@dsn.ubharajaya.ac.id

Diterima:

Disetujui: 1 April 2024

ABSTRAK

Latar Belakang: Poly Aluminium Chloride (PAC) adalah senyawa anorganik kompleks antara ion hidroksil (OH) dengan ion aluminium yang mengalami klorinasi bertahap. PAC mampu mengkoagulasi zat tersuspensi atau dispersi koloid menghasilkan floc yang mudah mengendap. **Metode:** Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan PAC terdiri atas alumina hidrat Al(OH)₃, asam klorida (HCl), asam sulfat (H₂SO₄) dan kalsium karbonat (CaCO₃). Percobaan dilakukan dengan mereaksikan Al(OH)₃ sebanyak 100 gram, HCl sebanyak 180ml, H₂SO₄ sebanyak 127,1 gram pada variasi suhu 90°C dan 100°C dengan variasi waktu 30s, 60s, dan 90s. Karakterisasi yang di uji berupa Uji jar test dan Uji FTIR. **Temuan:** Pada uji Jar Test didapat suhu dan waktu optimum yaitu Pada suhu 90°C dan waktu 60s dan pada suhu 100°C dan waktu 60s. Pada hasil jar test yang optimum dilakukan uji FTIR. **Kesimpulan:** Dari hasil pengujian, Penelitian ini memenuhi standard pembuatan PAC.

KATA KUNCI: koagulan; *poly aluminium chloride (PAC)*; suhu; waktu.

ABSTRACT

Background: Poly Aluminum Chloride (PAC) is a complex inorganic compound between hydroxyl (OH) ions and aluminum ions which undergo gradual chlorination. PAC is able to coagulate suspended substances or colloidal dispersions to produce floc that easily settles. **Methods:** The raw materials used in the manufacture of PAC consist of alumina hydrate Al(OH)₃, hydrochloric acid (HCl), sulfuric acid (H₂SO₄), and calcium carbonate (CaCO₃). The experiments were carried out by reacting Al(OH)₃ as much as 100 grams, HCl as much as 180 ml, and H₂SO₄ as much as 127.1 grams at 90 °C and 100 °C temperature variations with time variations of 30s, 60s, and 90s. The characterization was tested in the form of a jar test and FTIR test. **Finding:** In the Jar Test, the optimum temperature and time are obtained at 90 °C and 60s and at 100 °C and 60s. At the optimum jar test results, the FTIR test was performed. **Conclusion:** From the test results, this study meets PAC manufacturing standards.

KEYWORDS: coagulant; *poly aluminum chloride (PAC)*; temperature; time.

1. Pendahuluan

Kemajuan ilmu pengetahuan dan Teknologi pada bidang material saat ini telah membangkitkan perhatian para ilmuan di seluruh Indonesia. Penelitian ialah salah satu upaya yang di lakukan untuk mendapatkan hasil apa yang akan diteliti guna menemukan terobosan baru atau memprbaharui penelitian yang sudah ada.

Cara Pengutipan:

Septianto, F., Masrida, R., & Nuraliyah, A. (2024). Analisis pembuatan dan penggunaan koagulan *poly aluminium chloride (PAC)* pada proses penjernihan air. *DYNAMES: Dynamics in Engineering Systems: Innovations and Applications*, 1(1), 58-71. <https://doi.org/10.61511/dynames.v1i1.737>.

Copyright: © 2024 dari Penulis. Dikirim untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan dari the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



PAC (poly aluminium chloride) merupakan suatu persenyawaan anorganik kompleks antara ion hidroksil (OH) dengan ion-ion aluminium yang mengalami klorinasi bertahap. PAC dapat dibuat secara komersial dengan mereaksikan aluminium dengan HCL (Asam klorida). Beberapa macam material yang mengandung aluminium yang dapat digunakan termasuk logam aluminium (Zouboulis dan Tzoupanos, 2009), Aluminium Klorida, Aluminium Hidroksida, Aluminium Sulfat dan campuran atau kombinasi dari bahan-bahan tersebut. PAC merupakan produk utama yang dapat menghasilkan produk samping berupa garam-garam kalsium/sodium/Magnesium Sulfat atau klorida. Karena adanya pertimbangan bahaya ledakan dari reaksi logam aluminium dengan asam klorida, maka yang paling umum penerapan pada Industri adalah dengan mereaksikan aluminium chlorohydrate (ACH) direaksikan dengan logam aluminium.

PAC mempunyai kemampuan untuk mengkoagulasi untuk zat tersuspensi atau dispersi koloid pada air yang menghasilkan flok yang baik dan membantu mempercepat pengendapan (Perry dan Green, 1999). Dari Kemampuannya tersebut, PAC sering digunakan pada Industri pengolahan air untuk mengkoagulasi koloid dari bahan mineral sebelum pengendapan atau filtrasi maupun organik (Gordana dkk, 2008). Secara umum PAC lebih disukai dibandingkan dengan Tawas (Aluminium Sulfat) bila yang diinginkan flok yang berukuran besar dan lebih cepat.

Selain dapat digunakan untuk penjernihan air, PAC juga dapat dijadikan untuk pembuatan deodorant (penghilang bau) dan anti perspirant (Nansubuga dkk, 2013). PAC lebih disukai pada pengolahan air jernih karena muatannya yang lebih tinggi sehingga lebih efektif untuk menstabilkan dan memisahkan material tersuspensi dalam air dibandingkan dengan garam-garam lainnya.

Masalah pencemaran lingkungan khususnya masalah pencemaran air di kota besar di Indonesia telah menunjukkan gejala yang cukup serius, penyebab dari pencemaran tidak hanya berasal dari buangan industri tetapi juga pabrik-pabrik yang membuang begitu saja air limbahnya tanpa pengolahan terlebih dahulu ke sungai atau ke laut, tetapi juga karena masyarakat itu sendiri baik secara sengaja atau tidak sengaja, yakni akibat air buangan rumah tangga yang jumlahnya semakin hari semakin besar sesuai dengan perkembangan penduduk maupun perkembangan suatu kota. Selain itu juga karena rendahnya kesadaran masyarakat yang langsung membuang kotoran/tinja maupun sampah ke dalam sungai, menyebabkan proses pencemaran sungai-sungai yang ada bertambah cepat. Limbah cair yang tertahan atau tergenang di suatu lokasi dalam waktu yang relatif lama dapat menjadi sarang perkembangbiakan nyamuk, vektor penyakit malaria, demam berdarah, filariasis, cikungunya dan sebagainya (Asmadi dan Suharno, 2012).

2. Metode

2.1 Lokasi penelitian

- a. Lokasi: Laboratorium Teknik Kimia Universitas Bhayangkara Jakarta Raya
- b. Lokasi Pengujian: Laboratorium Bea Cukai (BPIB)
- c. Waktu: Agustus 2018 s/d Oktober 2018

2.2 Variabel penelitian

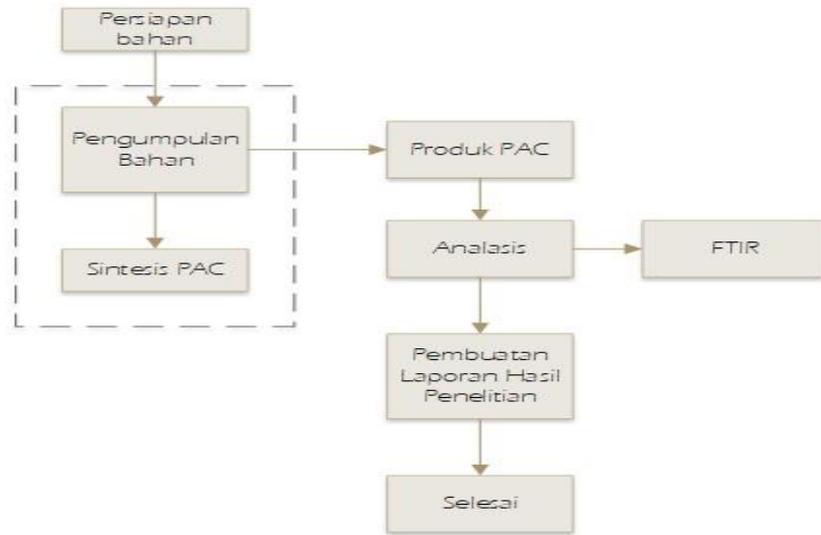
Variabel tetap adalah kecepatan pengadukan 60 rpm, sedangkan variabel bebas adalah waktu dan suhu untuk mengetahui hasil yang terbaik pada keadaan tertentu.

2.3 Alat dan bahan

Alat yang digunakan adalah magnetic stirer, hot plate, kertas saring, oven, corong, batang pengaduk, beker glass, alat flokulasi, timbangan, thermometer, ftir, dan gravimetri.

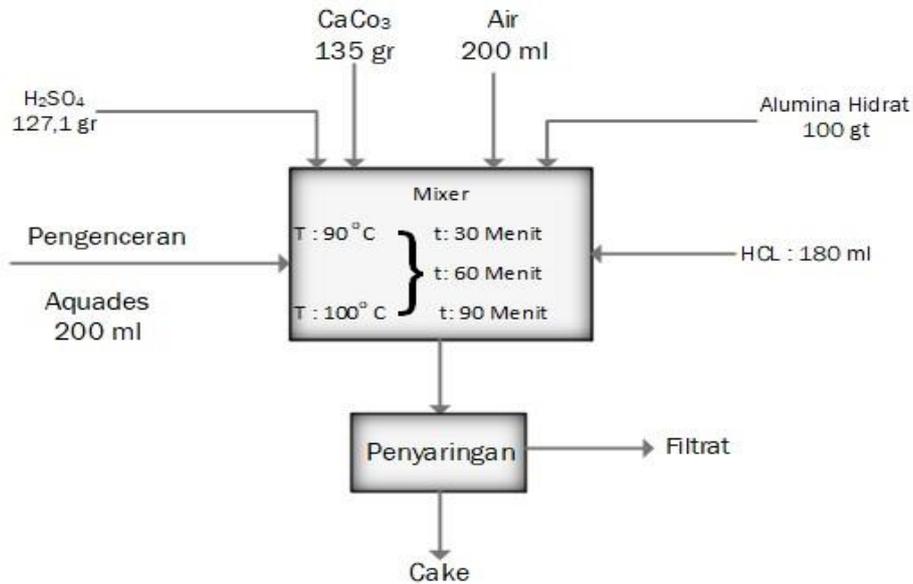
Sementara itu, bahan yang digunakan adalah $\text{al}(\text{oh})_3$ teknis, hcl teknis, h_2so_4 teknis, caco_3 teknis, air, dan aquades.

2.4 Metode penelitian



Gambar 1. Metode penelitian

2.5 Prosedur kerja



Gambar 2. Prosedur kerja

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Poly aluminium chloride (PAC)

Poly Aluminium Chloride (PAC) merupakan suatu persenyawaan anorganik kompleks antara ion hidroksil (OH) dengan ion-ion aluminium yang mengalami klorinasi bertahap. PAC dapat dibuat secara komersial dengan mereaksikan antara aluminium dengan asam klorida. Ada beberapa macam material yang mengandung aluminium dapat digunakan termasuk logam aluminium/skrap Al (Zouboulis, dan Tzoupanos, 2009), aluminium hidroksida, aluminium klorida, aluminium sulfat dan kombinasi dari beberapa bahan

tersebut. Selain PAC sebagai produk utama, juga dapat dihasilkan produk samping berupa garam-garam seperti sodium/kalsium/magnesium khlorida atau sul-fat. Karena pertimbangan bahaya ledakan dari reaksi logam aluminium dengan asam khlorida, oleh sebab itu penerapan di industri yang paling umum adalah dengan mereaksikan aluminium hidrok-sida dengan asam khlorida.



Gambar 3. Serbuk dan cairan PAC

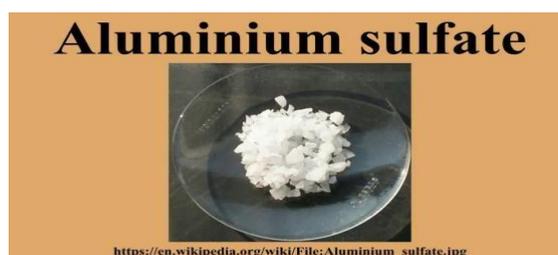
3.2 Kegunaan koagulan poly aluminium chloride (PAC)

Koagulan adalah zat kimia yang digunakan dalam pembentukan flok pada proses pencampuran (koagulasi-flokulasi). Koagulan menyebabkan destabilisasi muatan negative partikel di dalam suspensi. Secara umum koagulan berfungsi untuk (1) mengurangi kekeruhan akibat adanya partikel koloid anorganik maupun organik; (2) mengurangi warna yang diakibatkan oleh partikel koloid di dalam air; (3) mengurangi rasa dan bau yang diakibatkan oleh partikel koloid di dalam air menurun atau menaikkan pH (Rifaii, 2007).” Sedangkan menurut sutrisno (1987), Koagulan adalah bahan kimia yang dibutuhkan pada air untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendapkan dengan sendirinya (secara gravimetris).

3.3 Jenis-jenis koagulan

3.3.1 Aluminium sulphate (alum)

Alum merupakan salah satu koagulan yang paling lama dikenal dan paling luas digunakan. Alum dapat dibeli dalam bentuk likuid dengan konsentrasi 8,3% atau dalam bentuk kering (bisa berupa balok, granula, atau bubuk) dengan konsentrasi 17%. Alum padat akan langsung larut dalam air tetapi larutannya bersifat korosif terhadap aluminium, besi, dan beton sehingga tangki-tangki dari bahan-bahan tersebut membutuhkan lapisan pelindung. Rumus kimia alum adalah $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ tetapi alum yang disuplai secara komersial kemungkinan hanya memiliki 14 H_2O . Ketika ditambahkan ke dalam air, alum bereaksi dengan air dan menghasilkan ion-ion bermuatan positif. Ion-ion dapat bermuatan +4 tetapi secara tipikal bermuatan +2 (bivalen). Ion-ion bivalen 30-60 kali lebih efektif dalam menetralkan muatan-muatan partikel dibanding ion-ion yang bermuatan +1 (monovalen).



Gambar 4. Kristal aluminium sulfat

3.3.2 Ferric sulphate

Ferric sulphate tersedia dalam bentuk granula atau bubuk yang berwarna merah kecoklatan. Rumus kimianya adalah $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Koagulan ini sedikit bersifat higroskopik tetapi sulit untuk larut. Larutannya bersifat korosif terhadap aluminium, beton, dan hampir semua besi-besian. Seperti reaksi alum, flok ferric hydroxide merupakan hasil dari reaksi antara koagulan yang asam dan alkalinitas alami dalam air.



Gambar 5. Serbuk ferric sulphate



Gambar 6. Cairan ferric sulphate

3.3.3 Ferrous sulphate

Ferrous sulphate disebut juga copperas atau iron sulphate atau gula besi, adalah garam termurah yang dapat digunakan untuk koagulasi. Ferrous sulphate bersifat positif sehingga dapat melemahkan gaya tolak-menolak antar partikel koloid yang bermuatan negatif. Ketika elektrolit diserap partikel koloid dalam air, ferrous sulphate dapat menurunkan bahkan menghilangkan kekokohan partikel koloid dan menetralkan muatannya. Penetralkan muatan partikel oleh koagulan hanya mungkin terjadi jika muatan partikel mempunyai konsentrasi yang cukup untuk mengadakan gaya tarik-menarik antar partikel koloid (Bhaskar Sen Gupta 2005 dalam Risdianto 2007).



Gambar 7. Kristal ferrous sulphate

3.3.4 Ferric chloride

Ferric chloride tersedia dalam bentuk yang tidak mengandung H_2O berupa bubuk hijauhitam dengan rumus kimia FeCl_3 , dan dalam bentuk likuid dengan rumus kimia $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ berupa sirup berwarna coklat gelap. Bentuk padatnya bersifat higroskopik dan tidak sesuai untuk pengumpanan kering. Larutannya bersifat sangat korosif dan menyerang hampir semua logam dan beton.



Gambar 8. Cairan ferric chloride

3.3.5 Polyelectrolyte

Larutan dari polyelectrolyte bersifat sangat viskos dan sering kali dibutuhkan hanya dalam dosis yang sangat kecil. Oleh karenanya turbulensi yang cukup harus tersedia pada titik pengumpanan untuk memastikan pencampuran yang cepat dan menyeluruh. Larutan polyelectrolyte yang encer lebih mudah terdispersi ke dalam aliran dibandingkan larutan terkonsentrasi. Polyelectrolyte organik alami seperti sodium alginate dan sebagian produk pati yang larut dalam air telah lama digunakan dalam pengolahan air. Saat ini tersedia secara luas polyelectrolyte sintetis yang lebih baru. Koagulan bermerk yang berupa larutan polyelectrolyte sintetis dan garam-garam logam juga tersedia di pasaran.



Polyelectrolyte Chemical

Gambar 9. Serbuk polyelectrolyte

3.3.6 Polyaluminium chloride (PAC)

PAC memiliki rumus kimia umum $Al_nCl_{(3n-m)}(OH)_m$ banyak digunakan karena memiliki rentang pH yang lebar sesuai nilai n dan m pada rumus kimianya. PAC yang paling umum dalam pengolahan air adalah $Al_{12}Cl_{12}(OH)_{24}$. Senyawa-senyawa modifikasi PAC di antaranya polyaluminium hydroxidechloride silicate (PACS) dan polyaluminium hydroxidechloride silicate sulfate (PASS). PAC digunakan untuk mengurangi kebutuhan akan penyesuaian pH untuk pengolahan, dan digunakan jika pH badan air penerima lebih tinggi dari 7,5.

PAC mengalami hidrolisis lebih mudah dibandingkan alum, mengeluarkan polihidroksida yang memiliki rantai molekul panjang dan muatan listrik besar dari larutan sehingga membantu memaksimalkan gaya fisis dalam proses flokulasi. Pada air yang memiliki kekeruhan sedang sampai tinggi, PAC memberikan hasil koagulasi yang lebih baik dibandingkan alum. Pembentukan flok dengan PAC termasuk cepat dan lumpur yang muncul lebih padat dengan volume yang lebih kecil dibandingkan dengan alum. Oleh karenanya, PAC merupakan pengganti alum padat yang efektif dan berguna karena dapat menghasilkan koagulasi air dengan kekeruhan yang berbeda dengan cepat, menggenerasi lumpur lebih sedikit, dan meninggalkan lebih sedikit residu aluminium pada air yang diolah (Malhotra 1994).

Menurut Echanpin (2005) dalam Yuliati (2006), PAC merupakan koagulan anorganik yang tersusun dari polimer makromolekul dengan kelebihan seperti memiliki tingkat adsorpsi yang kuat, mempunyai kekuatan lekat, tingkat pembentukan flok-flok tinggi walau dengan dosis kecil, memiliki tingkat sedimentasi yang cepat, cakupan penggunaannya luas,

merupakan agen penjernih air yang memiliki efisiensi tinggi, cepat dalam proses, aman, dan konsumsinya cukup pada konsentrasi rendah. Menurut Eaglebrook Inc (1999) dalam Yuliati (2006), keuntungan koagulan PAC yaitu sangat baik untuk menghilangkan kekeruhan dan warna, memadatkan dan menghentikan penguraian flok, membutuhkan kebiasaan rendah untuk hidrolisis, sedikit berpengaruh pada pH, menurunkan atau menghilangkan kebutuhan penggunaan polimer, serta mengurangi dosis koagulan sebanyak 30-70%.

Dalam reaksi hidrolisis PAC, 3 molekul H^+ akan terbentuk. Hidrolisis tersebut terjadi pada koagulasi pada pH 5,8-7,5. Dalam rentang pH ini, warna dan zat koloid disisihkan melalui adsorpsi ke dalam hidroksida logam hasil hidrolisis yang terbentuk (Gebbie 2005). 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 ke dua yang memiliki permukaan penyerapan yang kosong, maka akan terjadi ikatan. Partikel polimer kompleks akan terbentuk dengan polimer sebagai penghubung. Jika partikel ke dua tidak dapat berikatan, maka seiring dengan waktu bagian polimer yang tersisa akan terserap pada permukaan partikel yang lain secara perlahan sehingga polimer tidak dapat lagi berfungsi sebagai penghubung (Yuliati 2006).

PAC memiliki kelebihan dibandingkan alum ketika mengkoagulasi air yang sulit diolah. Larutan ferric sulphate dan chloride bersifat agresif dan merupakan likuid asam yang korosif, dengan chloride lebih tajam dari sulphate. Ferric sulphate dan chloride bereaksi sebagai koagulan dengan cara yang sama dengan alum tetapi membentuk flok ferric hydroxide jika ada alkalinitas bikarbonat. Pengolahan air yang menggunakan koagulan besi membutuhkan kontrol proses yang ketat. Garam-garam aluminium atau besi paling banyak digunakan sebagai koagulan dalam pengolahan air karena efektif, relatif murah, mudah didapatkan, mudah ditangani, mudah disimpan, dan mudah diaplikasikan.).

Koagulan berbasis besi cenderung lebih mahal dibandingkan alum pada basis dosis ekuivalen per kilogramnya. Koagulan-koagulan ini juga mengambil lebih banyak alkalinitas dibandingkan alum sehingga cenderung menurunkan pH air yang diolah lebih besar. Sebagian berpendapat bahwa koagulan berbasis besi menghasilkan flok dengan bentuk yang membuatnya lebih sulit untuk mengendap. Koagulan ini sangat korosif dan ketika terjadi tumpahan atau kebocoran akan meninggalkan noda karat yang berwarna merah darah (Gebbie 2005). PAC (PolyAluminium Chloride) merupakan polimer kompleks berantai panjang $Alm(OH)_n(Cl)_{3m-n}$. Flok yang terbentuk menjadi lebih padat dan cepat mengendap. Koagulan polimer adalah zat yang bias terlarut dalam air dengan berat molekul relative (Mr) antara 1.000–5.000.000gr/mol (Rifa'i, 2007). Sifat-sifat PAC (PolyAluminium Chloride) adalah titik beku= $-18^{\circ}C$; boiling point= $178^{\circ}C$; dan spesifik gravity= 1,19 ($20^{\circ}C$) (Firra, 2013).

Bahan kimia flokulan polimer sering dipakai sebagai koagulan pembantu dalam proses flokulasi di Instalasi Pengolahan Air, polimer berfungsi dalam membantu pembentukan makroflok yang akan menahan abrasi setelah terjadi destabilisasi dan pembentukan mikroflo disebabkan oleh koagulan. Adsorpsi koagulan pembantu pada mikroflo cukup penting, supaya makro flok dapat terbentuk. Hal ini sangat dipengaruhi oleh karakteristik batas permukaan antara molekul dan hal ini sangat tergantung dari komposisi air (Rifa'i, 2007). Beberapa keunggulan yang dimiliki PAC (PolyAluminium Chloride) dibandingkan dengan koagulan lainnya:

- a. Dapat bekerja di tingkat pH yang lebih luas sehingga tidak diperlukan pengkoreksian terhadap pH
- b. Tidak akan menjadi keruh bila pemakaiannya berlebihan
- c. Tidak perlu bahan pembantu karena mengandung polimer khusus dengan struktur polielektrolit-nya
- d. Kandungan basa yang cukup akan menambah gugus hidroksil dalam air sehingga penurunan pH tidak terlalu ekstrim dan hemat dalam penggunaan bahan

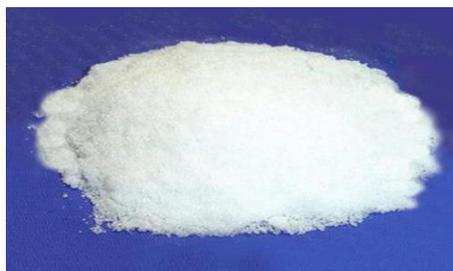
- e. Lebih cepat membentuk flog dari pada koagulan biasa, diakibatkan gugus aktif aluminat bekerja cukup efektif mengikat koloid yang diperkuat rantai polimer dari gugus polielektrolit sehingga gumpalan floknya menjadi lebih padat (Rumapea, 2009).

3.3.7 Aluminium sulfat (tawas)

Tawas (Alum) adalah sejenis koagulan dengan rumus kimia $Al_2SO_4 \cdot 11 H_2O$ atau $14H_2O$ atau $18H_2O$, umumnya yang biasa digunakan adalah $18H_2O$. Tawas merupakan bahan koagulan yang paling banyak digunakan, karena bahan ini paling ekonomis, mudah diperoleh di pasaran serta mudah penyimpanannya. Bahan ini dapat berfungsi efektif pada pH antara 4-8. Jumlah pemakaian tawas tergantung turbidity (kekeruhan) air baku. Semakin tinggi turbidity air baku maka semakin besar jumlah tawas yang dibutuhkan. Pemakaian tawas juga tidak terlepas dari sifat-sifat kimia yang terkandung oleh air baku tersebut. Semakin banyak dosis tawas yang di tambahkan maka pH akan semakin turun, karena di hasilkan asam sulfat sehingga di perlukan pencarian dosis tawas yang efektif antara pH 5,8-7,4 (Nainggolan, 2011).

Sedangkan menurut Effendi (2003), Tawas (Aluminium Sulfat) merupakan Koagulan yang digunakan untuk pengolahan air dengan rumus kimia $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 H_2O$ dengan berat molekul 594. Produk yang di pasarkan memiliki kandungan Al_2O_3 sebesar 15%. Sedangkan menurut Sutrisno (1987), Bahan ini paling ekonomis dan mudah didapat di pasaran serta mudah di simpan. Bentuk tawas seperti: serbuk, kristal dan koral.

Koagulan yang berbasis aluminium seperti aluminium sulfat digunakan pada pengolahan air minum untuk memperkuat penghilangan materi partikulat, koloidal dan bahan-bahan terlarut lainnya melalui air, sehingga menimbulkan konsentrasi aluminium yang lebih tinggi dalam air yang diolah dari pada dalam air mentah itu sendiri (Nainggolan, 2011).



Gambar 10. Aluminium sulfat (tawas)

3.4 Reaksi pembuatan (PAC)

PAC mempunyai rumus umum kimia sebagai berikut.



Pembuatan PAC dapat dilakukan dengan mereaksikan aluminium dengan asam klorida 5- 15 % (aluminium ekwes terhadap hydrogen klorida), pada suhu 67-97°C atau dengan mereaksikan aluminium hidroksida dengan asam klorida dengan reaksi sebagai berikut.



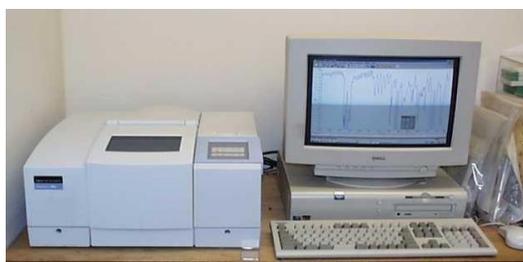
Keberadaan PAC sering dinyatakan sebagai perbandingan molar antara aluminium dan kloridanya ($2/n$) atau sering juga dinyatakan berdasarkan basisitasnya, yang secara matematis didefinisikan dengan persamaan:

$$\text{Basisitas} = \frac{\text{Jumlah Muatan } (OH^-)}{\text{Jumlah Muatan } (Cl^-)}$$

Basisitas adalah kemampuan ion $[Al_2(OH)_6-n]^{n+}$ dalam mengikat ion Cl^- dari HCl membentuk $Al_2(OH)_6-nCl_n(PAC)$. Kestabilan larutan PAC bergantung pada basisitasnya. PAC dengan perbandingan molar aluminium dan klorida antara 0,5:1 sampai 1,6:1 atau basisitas berkisar antara 30-75% akan membentuk kristal yang kecepatannya tergantung pada suhu dan konsentrasi larutan tersebut.

3.5 Spektroskopi fourier transform infrared (FTIR)

Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) adalah pengujian spektroskopi yang pada sistem optiknya digunakan media inframerah. Jika sinar inframerah dilewatkan melalui sampel senyawa inorganik, maka terdapat sejumlah frekuensi yang diserap dan ada yang diteruskan atau ditransmisikan tanpa dipserap. Serapan cahaya oleh molekul tersebut. Molekul yang menyerap energy tersebut sesuai dengan tingkat vibrasi dan rotasi pada ikatan kovalen yang mengalami perubahan momen dipol. Setiap material memiliki kombinasi atom-atom yang unik. Sehingga tidak akan ditemui hasil spectrum inframerah yang serupa. Ukuran dari puncak pada spectrum adalah sebuah indikasi langsung dari jumlah kandungan pada suatu material sampel uji.



Gambar 11. Set uji FTIR

3.6 Uji jar test

Jar Test adalah suatu percobaan skala laboratorium untuk menentukan kondisi operasi optimum pada proses pengolahan air dan limbah. Metode ini dapat menentukan nilai pH, variasi dalam penambahan dosis koagulan atau polimer, pada skala laboratorium untuk memprediksi kebutuhan pengolahan air yang sebenarnya.

Metode jar test mensimulasikan proses koagulasi dan flokulasi untuk menghilangkan padatan tersuspensi (suspended solid) dan zat-zat organik yang dapat menyebabkan masalah kekeruhan, bau dan rasa. Jar Test mensimulasikan beberapa tipe pengadukan dan pengendapan yang terjadi di clarification plant pada skala laboratorium. Jar Test memiliki variable kecepatan putar pengaduk yang dapat mengontrol energy yang diperlukan untuk Test.



Gambar 12. Uji jar test

3.7 Pengujian jar test

Jar Test merupakan pengujian skala laboratorium untuk menentukan kondisi operasi optimum pada proses pengolahan air dan air limbah. Metode ini dapat menentukan nilai PH, variasi dalam penambahan dosis koagulan atau polimer, pada skala laboratorium untuk

memprediksi kebutuhan pengolahan air yang sebenarnya. Metode Jar test mensimulasikan proses koagulasi dan flokulasi untuk menghilangkan padatan tersuspensi (Suspended solid) dan zat-zat organik yang menyebabkan masalah kekeruhan, rasa dan bau. Pengujian Jar Test dilakukan menggunakan alat yang disebut flocculator. Berikut langkah kerja uji Jar Test.

- a. Ambil sampel air dari kali Bhayangkara
- b. Siapkan alat dan bahan yang akan di Uji
- c. Siapkan PAC dengan Variabel suhu 90°C dan 100°C dengan waktu 30s, 60s, 90s 4. Ambil masing-masing PAC sebanyak 2 ml di wadah yang berbeda, lalu tambahkan 100ml Aquadest di masing-masing wadah yang telah di isi PAC.
- d. Aduk sampai homogen
- e. Lalu Siapkan sampel air kali sebanyak 1000ml, lalu campur dngan PAC yang telah di campur aquadest.
- f. Hidupkan mesin Flokulator dan aduk larutan tersebut selama 5 menit pada kecepatan 300rpm.
- g. Setelah itu diamkan selama 5 menit
- h. Melakukan pengecekan PH setelah pengdukan
- i. Amati tingkat kekeruhan di setiap wadah dan simpulkan pada suhu dan waktu berapa PAC bekerja secara optimum.

Tabel 1. Hasil uji jar test

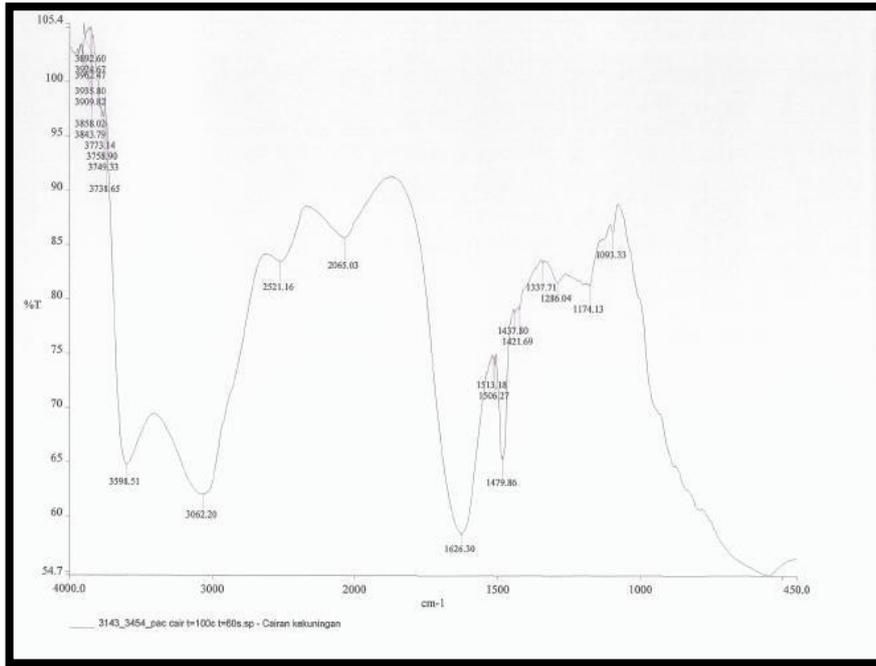
No.	Sampel	Ph setelah uji jar test	Tingkat kekeruhan (ntu)
1	T: 90, t:30	6,0	210
2	T : 90, t:60	5,0	284
3	T : 90, t: 90	5,5	235
4	T : 100, t : 30	6,0	240
5	T : 100, t : 60	4,5	275
6	T : 100, t : 90	6,0	240

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat pada sampel No. 2 dan 5 terjadi kejenuhan dimana didapat kekeruhan setelah dilakukan uji Jar Test lebih tinggi dibandingkan dengan sampel yang lain. Dapat dilihat sampel no. 1,3,4 dan 6 dengan tingkat kejenuhan yang rendah. Oleh karena itu, pada penelitian pengujian Jar Test ini didapatkan titik optimum pembuatan PAC ini adalah pada suhu 90°C dan 100°C selama 60 detik.

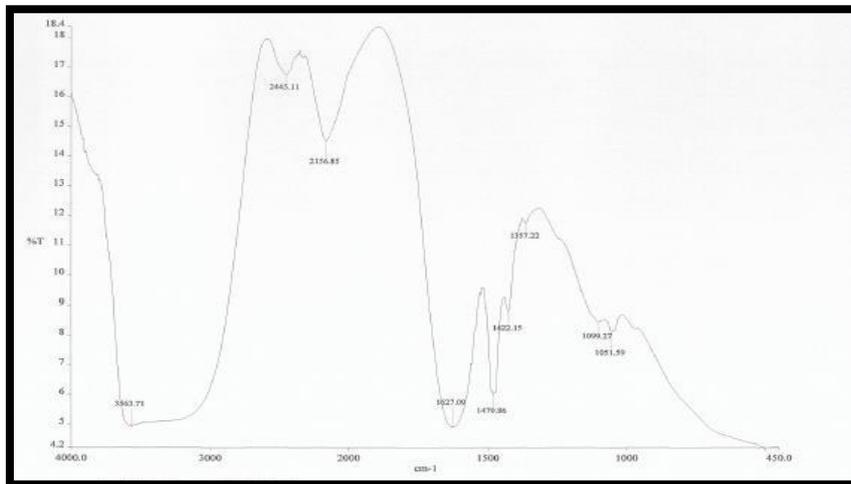
3.8 Analisis gugus fungsi dengan fourier transform infrared (FTIR)

Metode Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared), yaitu metode spektroskopi inframerah modern yang dilengkapi dengan teknik transformasi fourier untuk deteksi dan analisis spektrumnya. Dalam hal ini metode spektroskopi yang digunakan adalah metode spektroskopi absorpsi, yaitu metode spektroskopi yang didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi inframerah oleh molekul suatu materi. Pada penelitian ini, Analisis FTIR digunakan untuk melihat gugus fungsi material PAC yang dihasilkan. Variabel yang diuji pada waktu 60 menit ada 2 macam suhu, yaitu pada suhu 90°C dan 100°C. Variabel yang dipilih merupakan pada suhu dan waktu yang optimum. Prosedur kerja pengujian FTIR :

- a. Lakukan pengujian Jar Test
- b. Amati sampel yang memiliki nilai optimum.
- c. Pada penelitian ini, ternyata nilai optimum terdapat pada T : 100°C, t = 60s dan pada T : 90°C, dan t = 60s.
- d. Ambil sampel PAC yang telah dilakukan penelitian, masing-masing 5 ml
- e. Lakukan uji FTIR.



Gambar 13. Hasil FTIR T : 100°C dan t : 60s



Gambar 14. Hasil FTIR T : 90°C dan t : 60s

Berdasarkan Spektrum infra merah (FTIR) PAC pada suhu 100°C selama 60 detik pada Gambar 13, dari gambar yang menunjukkan adanya gugus fungsional karbonil -OH terdapat pada bilangan gelombang 3598,51 cm^{-1} . Pada range 1600 cm^{-1} -1700 cm^{-1} terdapat pada gelombang 1626,30 cm^{-1} , dikaitkan dengan getaran lentur air diserap, dipolimerisasi dan dikristalisasi dalam koagulan. Pada gelombang 1093,33 cm^{-1} dikaitkan dengan getaran peregangan asimetris dari Fe-OH-Fe atau Al-OH-Al. Pada range 770 cm^{-1} - 578 cm^{-1} dikaitkan dengan menekuk getaran Fe-OH dan Al-OH. Berikut hasil FTIR pada T : 90°C dan t : 60s.

Berdasarkan Spektrum infra merah (FTIR) PAC pada suhu 90°C selama 60 detik, dari gambar yang menunjukkan adanya gugus fungsional karbonil -OH terdapat pada bilangan gelombang 3563,71 cm^{-1} . Pada range 1600 cm^{-1} -1700 cm^{-1} terdapat pada gelombang 1627,09 cm^{-1} , dikaitkan dengan getaran lentur air diserap, dipolimerisasi dan dikristalisasi dalam koagulan. Pada gelombang 1099,27 cm^{-1} dikaitkan dengan getaran peregangan

asimetris dari Fe-OH-Fe atau Al-OH-Al. Pada range 770cm^{-1} - 578cm^{-1} dikaitkan dengan menekuk getaran Fe-OH dan Al-OH.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dalam pembuatan PAC cair dengan uji sampel dari air sungai Universitas Bhayangkara, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. Pertama, pada pengujian jar test diperoleh nilai optimum tingkat kejenuhan dari sampel. Pada suhu 90C dan 100C dalam waktu 60 menit. Kedua, pada pengujian FTIR, sampel yang di uji Pada suhu 90C dan 100C dalam waktu 60 menit. Menunjukkan keberhasilan pada penelitian ini. Karena puncak pada PAC komersial dengan PAC pada penelitian ini, nilai nya hamper mendekati.

Kontribusi Penulis

Penulis berkontribusi dalam penulisan artikel ini.

Pendanaan

Penelitian ini tidak menggunakan pendanaan eksternal.

Pernyataan Dewan Peninjau Etis

Tidak berlaku.

Pernyataan *Informed Consent*

Tidak berlaku.

Pernyataan Ketersediaan Data

Tidak berlaku.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

Akses Terbuka

©2024. Artikel ini dilisensikan di bawah Lisensi Internasional Creative Commons Attribution 4.0, yang mengizinkan penggunaan, berbagi, adaptasi, distribusi, dan reproduksi dalam media atau format apa pun. selama Anda memberikan kredit yang sesuai kepada penulis asli dan sumbernya, berikan tautan ke lisensi Creative Commons, dan tunjukkan jika ada perubahan. Gambar atau materi pihak ketiga lainnya dalam artikel ini termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel tersebut, kecuali dinyatakan lain dalam batas kredit materi tersebut. Jika materi tidak termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel dan tujuan penggunaan Anda tidak diizinkan oleh peraturan perundang-undangan atau melebihi penggunaan yang diizinkan, Anda harus mendapatkan izin langsung dari pemegang hak cipta. Untuk melihat salinan lisensi ini, kunjungi: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Daftar Pustaka

- Alaerts, G. & Santika. (1987). *Metode Penelitian Air*. Akademi Teknik Tirta Wijaya Magelang.
- Basset, J. (1994). *Analisis Kimia Kuantitatif Anorganik*. ECG.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Cetakan Kelima. Kanisius.
- Fardiaz, S. (1992). *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama.
- Fessenden. (1986). *Kimia Organik*. Edisi Ketiga. Erlangga.
- Gozan, M. & Supramono, D. (2006). *Pengolahan Air untuk Utilitas Pabrik*. Departemen Teknik Kimia, FTUI.
- Hendayana, S. (1994). *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang Press.
- Hendayana, S. (2009). *Penuntun Praktikum Kimia Analitik Instrumen*. Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UPI.
- Joslyn, M.A. (1963). *Food Processing Operation*. The AVI Publishing CO., Westport. Connecticut.
- Kristanto. P. (2002). *Ekologi Industri*. Penerbit Andi.
- Kusnaedi. (2002). *Mengolah Air Gambut & Air Kotor Untuk Air Minum*. Penebar Swadaya.

Biografi Penulis

FAISOL SEPTIANTO, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

- Email: -
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -

RENI MASRIDA, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

- Email: -
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -

ANDI NURALIYAH, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

- Email: andi.nuraliyah@dsn.ubharajaya.ac.id
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -