

POLY ALUMINIUM CHLORIDE (PAC) DAN ALUMINIUM SULFAT (TAWAS) DALAM PENANGANAN AIR LIMBAH LOGAM BERAT DI PT. SILO KABUPATEN KOTABARU KALIMANTAN SELATAN

POLY ALUMINUM CHLORIDE (PAC) AND ALUMINUM SULFATE (ALUM) IN HEAVY METAL WASTEWATER HANDLING IN PT. SILO, KOTABARU REGENCY, SOUTH KALIMANTAN

Ferdiansyah¹⁾, Dini Sofarini²⁾, Abdur Rahman³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan
Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km 36, Banjarbaru, 70714
Email : Ferdiansyahbjm1993@gmail.com

ABSTRAK

PT. Sebuku Iron Lateritic Ores (SILO) adalah perusahaan yang bergerak di bidang penambangan bijih besi. Kualitas air dipengaruhi oleh dua faktor penting yaitu pencemaran secara ilmiah dan antropogenik. Penyebab pencemaran antropogenik salah satunya adalah adanya kegiatan industri atau pertambangan. Logam berat yang akan direduksi adalah besi (Fe), mangan (Mn), dan krom heksavalen (Cr⁶⁺). Koagulan yang digunakan dalam proses reduksi adalah menggunakan koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dan Aluminium Sulfat (Tawas). Fungsi dari PAC dan tawas adalah sebagai penjernih air dan sebagai media sedimentasi. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam mereduksi logam berat adalah kecepatan pengadukan yang sangat berhubungan dengan proses destabilisasi partikel dan perpindahan serta penggabungan presipitat yang terbentuk menjadi flok flok.

Kata Kunci: Logam berat besi (Fe), mangan (Mn), krom heksavalen (Cr⁶⁺), PAC, Tawas

ABSTRACT

PT. Sebuku Iron Lateritic Ores (SILO) is a company engaged in the mining of iron ore. Water quality is influenced by two important factors, namely scientific and anthropogenic pollution. One of the causes of anthropogenic pollution is industrial or mining activities. The heavy metals to be reduced are iron (Fe), manganese (Mn), and hexavalent chromium (Cr⁶⁺). The chemicals or coagulants used for the reduction process are Poly Aluminum Chloride (PAC) and Aluminum Sulfate (Alum) coagulants. The function of PAC and alum is as a water purifier and as a sedimentation medium. The things that must be considered in reducing heavy metals are the speed of stirring which is closely related to the process of particle destabilization and the movement and incorporation of precipitates that form into flocs.

Keywords: Heavy metal iron (Fe), manganese (Mn), hexavalent chromium (Cr⁶⁺), PAC, Alum

PENDAHULUAN

PT Sebuku Iron Lateritic Ores (SILO) adalah perusahaan yang bergerak di bidang penambangan bijih besi. Industri tersebut dapat berdampak terhadap kualitas perairan disekitar. Kualitas air dipengaruhi oleh dua faktor penting yaitu pencemaran secara ilmiah dan pencemaran secara antropogenik. Pencemaran secara alamiah adalah pencemaran yang terjadi karena pengaruh alam seperti erosi, tanah longsor, banjir, dan fenomena alam lainnya, sedangkan pencemaran secara antropogenik adalah pencemaran yang masuk ke dalam perairan akibat aktivitas manusia contohnya adalah kegiatan industri atau antropogenik (Mukhtar et al., 2022). Logam berat yang terdapat di PT. SILO terdiri dari besi, mangan dan kromium heksavalen.

Kandungan logam berat besi dalam air dapat berasal dari larutan batu-batuan yang mengandung senyawa Fe. Selain itu sumber pencemaran logam mangan juga berasal dari pertambangan, saluran tambang atom, kerja mikroba terhadap mineral mangan pada pH rendah. Logam berat kromium heksavalen merupakan salah satu unsur logam berat dari golongan unsur-unsur transisi dengan nomor atom 24 dan berat atom 51,996 dan termasuk

kedalam logam berat yang memiliki daya racun yang tinggi.

Prinsip dasar dalam mekanisme pengikatan PAC dengan logam berat adalah prinsip penukar ion dimana PAC yang tidak larut dalam air akan menggumpalkan logam menjadi flok-flok yang akan bersatu kemudian mengendap di dasar bak sehingga dapat dipisahkan.

Aluminium Sulfat (Tawas) adalah zat koagulan primer yang efektif berdasarkan aluminium trivalen. Kemampuan Aluminium sulfat dalam mereduksi limbah logam berat Fe, Mn dan Cr^{6+} memiliki tingkat keefektifitasan yang cukup baik dan harga yang relatif terjangkau (Said, 2009). Pemanfaatan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ bertujuan untuk menurunkan kadar logam berat.

Dalam mereduksi logam berat kecepatan putaran sangat berhubungan dengan proses pencampuran koagulan kedalam air, proses destabilisasi partikel dan perpindahan serta penggabungan presipitat yang terbentuk menjadi flok-flok (Rosariawari & Mirwan, 2013). Waktu reaksi yang lama akan membentuk endapan atau flok yang menumpuk. Waktu yang efektif dalam membentuk flok dan menurunkan logam berat adalah 25 menit (Rakhmadasari, 2007).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan di PT. Sebuku Iron Lateritic Ores (SILO) yang beralamat di Sungai Bali, Kecamatan Sebuku, Kabupaten Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu pH meter, DO meter, Gelas Beaker, TSS konvensional, Gelas ukur, Pipet ukur, Propipet, Sudip, dan Derigen,

Bahan yang digunakan adalah Poly Aluminium Chloride, Aluminium sulfat sebagai koagulan dan Kalium Hidroksida sebagai penetral pH.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dilakukan dengan Mengambil sampel air limbah kemudian diukur kadar logam berat di perairan menggunakan metode spektrofotometri untuk perlakuan K0. Setelah dilakukan pengukuran K0 kemudian dilakukan perlakuan untuk A1 dan B2 dengan menyiapkan gelas beaker untuk wadah mereaksikan bahan kimia,serta menyiapkan zat kimia PAC, Tawas dan Kapur. Menyiapkan zat kimia PAC dan Tawas dengan solut 300 ppm. Setelah zat kimia disiapkan kemudian mengambil air limbah yang terdapat di kolam B yaitu kolam

terakhir. Setelah dilakukan pengukuran pH di perairan maka langkah selanjutnya dilakukan penetralan pH air limbah menggunakan zat kimia kapur. Setelah air limbah diambil dan ditaruh kedalam gelas beaker. Kemudian dilakukan uji kandungan logam berat dengan menggunakan larutan KOH sebanyak 50 mL dengan variasi konsentrasi yaitu 20%, 30% dan 40% di kolam B dengan menggunakan metode spektrofotometri untuk mengukur kandungan logam berat di perairan. Setelah dilakukan penetralan menggunakan zat kimia kapur, maka langkah selanjutnya adalah memasukkan zat kimia PAC dan Tawas ke dalam gelas beaker dengan solut sebesar 30 ppm. Dan kemudian dilakukan metode spektrofotometri untuk menguji kadar logam berat setelah dilakukan perlakuan. Setelah ditambahkan perlakuan. Langkah selanjutnya melakukan perhitungan kadar logam berat di minggu yang pertama, kedua dan ketiga. Perhitungan yang dilakukan menggunakan uji normalitas, uji RAL, uji ANOVA dan uji beda.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan menggunakan data primer yang didapat dari hasil pengukuran pH, DO, TSS, Fe, Mn dan Cr⁶⁺. Sedangkan data sekunder didapat dari berbagai literatur jurnal ataupun buku sebagai informasi tambahan.

Pengukuran data parameter kualitas air seperti pH, DO dan TSS dan parameter utama logam berat seperti Fe, Mn dan Cr⁶⁺ dilakukan pengukuran 3 kali pengulangan dalam 9 gelas beeker.

Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dalam suatu penelitian merupakan bagian dari kegiatan yang dilakukan setelah semua data terkumpul. Data yang telah didapat kemudian disajikan kedalam bentuk tabel dan grafik yang dianalisa di Laboratorium. Pengumpulan data dilakukan dengan metode koagulasi dan flokulasi, dan metode spektrofotometri.

Tabel 1. Hasil pengamatan Logam berat

Perlakuan/ Ulangan	Waktu											
	H0			H1			H2			H3		
	Fe	Mn	Cr ⁶⁺	Fe	Mn	Cr ⁶⁺	Fe	Mn	Cr ⁶⁺	Fe	Mn	Cr ⁶⁺
K01	0.33	0.8	0.116	0.22	0.8	0.104	0.07	0.6	0.073	0.07	0.6	0.047
K02	0.33	0.8	0.116	0.22	0.8	0.104	0.07	0.6	0.073	0.07	0.6	0.047
K03	0.33	0.8	0.116	0.22	0.8	0.104	0.07	0.6	0.073	0.06	0.5	0.045
A11	0.33	0.8	0.116	0.2	0.9	0.115	0.09	0.7	0.101	0.04	0.7	0.094
A12	0.33	0.8	0.116	0.12	1.2	0.103	0.05	0.5	0.089	0.04	0.5	0.041
A13	0.33	0.8	0.116	0.1	1.4	0.124	0.05	0.5	0.118	0.02	0.5	0.098
B21	0.33	0.8	0.116	0.12	1	0.099	0.1	0.7	0.094	0.01	0.7	0.057
B22	0.33	0.8	0.116	0.05	1.2	0.104	0.05	0.5	0.09	0.05	0.5	0.09
B23	0.33	0.8	0.116	0.12	0.9	0.092	0.06	0.6	0.086	0.01	0.6	0.055
Maksimum	0.33	0.8	0.116	0.22	1.4	0.124	0.1	0.7	0.118	0.07	0.7	0.098
Minimum	0.33	0.8	0.116	0.05	0.8	0.092	0.05	0.5	0.073	0.01	0.5	0.041
STD	0	0	0	0.06	0.22	0.009	0.02	0.08	0.015	0.02	0.1	0.023

Didapatkan nilai maksimum dari pengamatan Fe adalah 0,33 mg/l, nilai maksimum pengamatan Mn adalah 1,4 mg/l dan nilai maksimum pada Cr⁶⁺ adalah 0,116 mg/l. Dari hasil pengamatan logam berat juga didapatkan nilai minimum pada Fe

Analisis Data

Data hasil pengukuran yang dilakukan diolah tabel dan grafik yang kemudian dianalisis menggunakan Uji Normalitas kemudian menggunakan uji ANOVA dan uji RAL setelah itu menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengamatan Kualitas air dan Logam berat

Hasil pengukuran Kualitas air dan logam berat dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

adalah 0,01 mg/l, nilai minimum pada Mn adalah 0,5 mg/l dan nilai minimum pada Cr⁶⁺ adalah 0,073 mg/l.

Tabel 2. Hasil pengamatan Kualitas Air

Perlakuan/ Ulangan	Waktu											
	H0			H1			H2			H3		
	pH	DO	TSS	pH	DO	TSS	pH	DO	TSS	pH	DO	TSS
K01	7.21	7.1	11.25	7.61	7.5	9	7.53	7.3	6.68	7.4	7.2	2.5
K02	7.24	7.1	11.25	7.46	7.5	9	7.57	8.7	6.68	7.48	7.6	2.5
K03	7.3	5.7	11.25	7.39	5.8	9	7.93	7.7	6.68	7.75	6.7	2.5
A11	7.21	6.9	11.25	9.41	7.3	261.25	9.09	4.8	38.4	8.35	5	5
A12	7.22	7.3	11.25	9.49	7.3	309.76	9.23	4.1	6.68	8.38	5.2	7.5
A13	7.2	6.8	11.25	9.55	7.6	291.25	8.85	5	10	8.22	4.9	7.5
B21	7.21	7	11.25	8.81	7.8	207.5	8.78	5.7	15	8.5	6.3	7.5
B22	7.23	7.5	11.25	9.08	8	232.5	8.72	5.8	6.68	8.43	6.3	2.5
B23	7.23	7.1	11.25	8.22	7.9	226.25	8.3	5.8	17.5	8.11	6.5	10
Maksimum	7.3	7.5	11.25	9.55	8	309.76	9.23	8.7	38.4	8.5	7.3	7.5
Minimum	7.2	5.7	11.25	7.39	5.8	9	7.53	4.1	6.68	7.4	7.2	5.7
STD	0.0299	0.51	0	0.901	0.65	126.85	0.64	1.5	10.47	0.42	0.0299	0.51

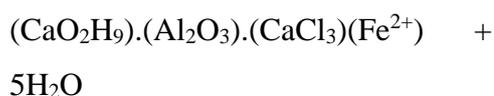
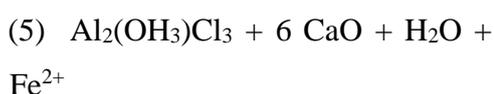
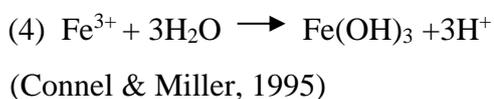
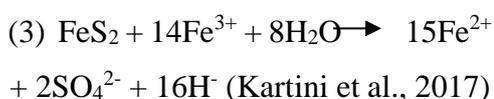
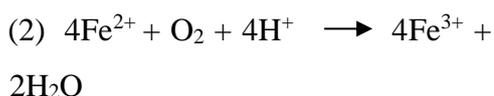
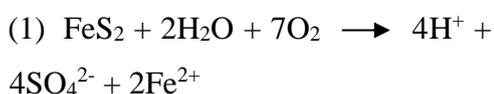
Pembahasan

Besi (Fe)

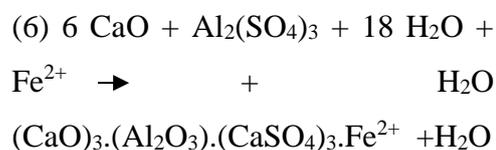
Penurunan kadar logam berat Fe dari menit 10 sampai menit 30 menunjukkan bahwa logam berat Fe dapat menurun dengan menggunakan koagulan PAC dan tawas. Koagulan PAC mampu menurunkan logam berat Fe dengan presentase sebesar 89% dan Tawas sebesar 92%. Nilai persentase didapatkan dari nilai akhir dikurang nilai awal kemudian dibagi nilai awal dan dikali 100%. Waktu reaksi yang efektif dalam mereduksi logam berat Fe dengan koagulan PAC adalah pada menit ke 20 dan koagulan tawas pada menit ke 30. Pada penambahan koagulan PAC didapatkan waktu reaksi yang efektif adalah pada menit ke 20 yang mana

hal ini dikarenakan faktor oksidasi yang akan meningkat 90% pada menit ke 20 pada perlakuan menggunakan koagulan PAC (Sudrajat, 2006). Dan pada perlakuan menggunakan tawas tingkat oksidasi meningkat pada menit ke 30. Hal ini dikarenakan tingkat oksidasi nya meningkat pada menit ke 30 yang menyebabkan waktu reaksi yang efektif adalah menit ke 30. Dari percobaan perlakuan menggunakan koagulan PAC dan tawas dapat disimpulkan bahwa koagulan yang efektif dalam menurunkan kadar logam berat Fe di perairan adalah dengan koagulan tawas. Penurunann logam berat Fe dipengaruhi oleh faktor pendukung pH, DO dan TSS yang relatif menurun dari menit 10 ke menit 30.

Pada air yang mengandung oksigen, seperti air tanah, besi berada sebagai Fe^{2+} yang cukup dapat terlarut. Sedangkan pada air sungai yang mengalir dan terjadi aerasi, Fe^{2+} teroksidasi menjadi Fe^{3+} . Kandungan Fe dalam air berada dalam Fe^{2+} dan Fe^{3+} yang masing masing bereaksi dengan atom oksigen, hidrogen dan sulfur merupakan suatu senyawa organik. Hal inilah yang membuat kandungan besi sebelum dilakukan perlakuan cenderung rendah, dikarenakan terdapat aerasi pada kolam inlet. Reaksi yang terjadi ketika penambahan koagulan PAC terhadap air sampel adalah sebagai berikut (Kartini et al., 2017):



Dan Adapun reaksi yang terjadi pada koagulan Tawas adalah sebagai berikut:



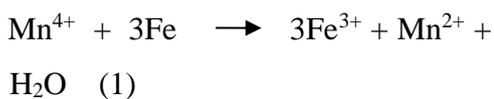
Dari hasil reaksi diatas dapat diketahui bahwa air sampel mengandung logam berat Fe ditambahkan dengan kapur yang berfungsi untuk menetralkan air dan penambahan koagulan untuk mengikat atau menurunkan logam berat Fe yang ada pada sampel air. Dan terjadinya pengendapan pada sampel air setelah dilakukan pengadukan selama 10 menit. Dari reaksi diatas terbentuk Fe^{2+} atau ferrihidroksida yang bersifat toksik jika diambang baku mutu dan pada tabel 4.1. didapatkan hasil awal bahwa logam berat Fe^{2+} diatas baku mutu dengan nilai 0,33 mg/l. Pada logam berat Fe memungkinkan terjadinya peristiwa tercampurnya beberapa logam berat seperti Fe^{2+} dengan Cr^{6+} atau dengan Mn^{2+} .

Mangan (Mn)

Kadar mangan (Mn) sebelum di *treatment* menggunakan koagulan PAC dan tawas adalah 0,8 mg/l. dan

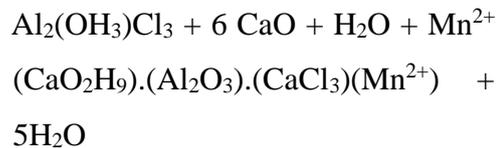
setelah dilakukan perlakuan menggunakan koagulan PAC dan tawas mengalami penurunan selama 30 menit. Persentase penurunan logam berat Mn menggunakan koagulan PAC adalah 29,16% dan persentase untuk koagulan tawas adalah 25%. Waktu reaksi yang efektif dalam mereduksi logam berat dengan menggunakan koagulan PAC dan tawas adalah pada menit ke 20. Pada penambahan koagulan PAC dan Tawas didapatkan waktu reaksi yang efektif adalah pada menit ke 20 yang mana hal ini dikarenakan faktor oksidasi yang akan meningkat 90% pada menit ke 20 pada perlakuan menggunakan koagulan PAC (Sudrajat, 2006).

Pada ferrosulfat selain berfungsi sebagai koagulan tetapi juga bertindak sebagai pereduksi, yang selanjutnya pada pH tertentu ion krom akan terendapkan atau mengendap sebagai hidroksidanya (Hariani et al., 2009). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

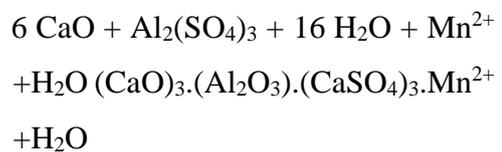


Dan oleh sebab itu, pemakaian air yang berasal dari sumber mata air, sering ditemukan

mangan dalam konsentrasi tinggi. Adapun reaksi yang terjadi ketika penambahan koagulan PAC ke dalam sampel air yang mengandung logam berat Mn adalah sebagai berikut:



Dan Adapun reaksi yang terjadi pada koagulan Tawas adalah sebagai berikut:

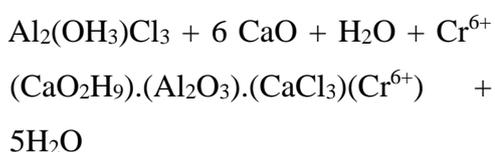


Krom Heksavalen

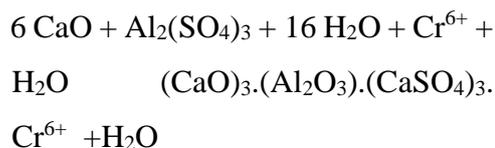
Didapatkan hasil pada sampel B21 turun menjadi 0,099 pada menit 10, kemudian pengamatan pada menit 20 turun menjadi 0,094 dan turun menjadi 0,057 pada pengamatan pada menit 30. Pengamatan pada sampel B22 didapatkan hasil kadar Cr^{6+} menjadi 0,104 pada menit 10 kemudian turun menjadi 0,090 pada menit 20 dan tetap stabil sampai pengamatan sampai menit 30. Pada pengamatan sampel B23 didapatkan hasil yaitu kadar Cr^{6+} menjadi 0,092 pada menit 10, dan pada menit 20 didapatkan hasil yaitu 0,086 dan turun menjadi 0,055 pada menit 30.

Pada penambahan koagulan PAC dan Tawas didapatkan waktu reaksi yang efektif adalah pada menit ke 20 yang mana hal ini dikarenakan faktor oksidasi yang akan meningkat 90% pada menit ke 20 pada perlakuan menggunakan koagulan PAC (Sudrajat, 2006).

Berkurangnya kandungan Cr^{6+} menyebabkan kandungan pH, DO dan TSS berkurang pula. Pada pH <6 dan >9 membuat logam berat Cr^{6+} menjadi mudah larut yang menyebabkan ketika dilakukan analisa menggunakan alat spektrofotometer menjadi tinggi kandungan Cr^{6+} nya. Sedangkan pada parameter DO berkurang dikarenakan penambahan koagulan PAC dan tawas. Hal ini dikarenakan kebutuhan oksigen yang dibutuhkan bertambah sebagai pengoksidasi (Hendrawati et al., 2015). Reaksi yang terjadi saat penambahan koagulan PAC ke dalam air adalah sebagai berikut:



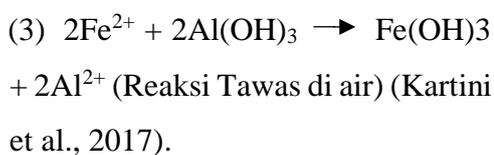
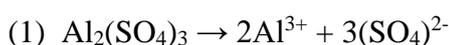
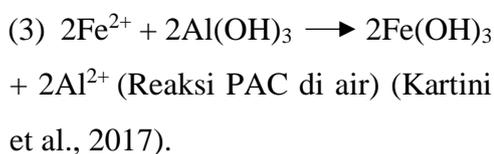
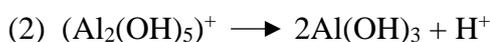
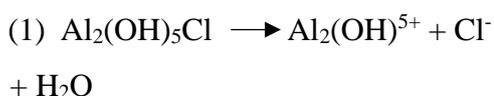
Dan Adapun reaksi yang terjadi pada koagulan Tawas adalah sebagai berikut:



Derajat Keasaman

Dalam satu kenaikan pH maka terjadi reaksi sebanyak 10 kali. Nilai pH dapat menjadi lebih rendah dan menurun akibat kandungan bahan organik yang tinggi serta proses respirasi dan pembusukan zat-zat organik. Persamaan pH dapat dilihat sebagai berikut: $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$. Dengan persamaan rumus $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$. Konsentrasi H_2O yang terionisasi menjadi H^+ dan OH^- sangat kecil dibandingkan dengan konsentrasi H_2O mula-mula, sehingga konsentrasi H_2O dapat dianggap tetap, maka harga $K[\text{H}_2\text{O}]$ juga tetap, yang disebut tetapan kesetimbangan air atau ditulis K_w . Selisih satu angka pada pH artinya perbedaan konsentrasinya 10 kali lipat. Sehingga apabila selisih angkanya 2 maka perbedaannya konsentrasi nya adalah $10 \times 10 = 100$ kali lipat. Pada penurunann pH dari 6 ke 5 artinya memerlukan peningkatan kepekatan ion H^+ sebanyak 10 kali lipat (Trijayanti, 2018).

Dan faktor dari penurunann pH adalah salah satunya dikarenakan penambahan koagulan PAC pada msasing masing sampel. Hal ini dikarenakan sifat dari koagulan PAC dan Tawas yang bersifat asam. Hal ini seperti ditunjukkan pada reaksi PAC dan Tawas sebagai berikut:

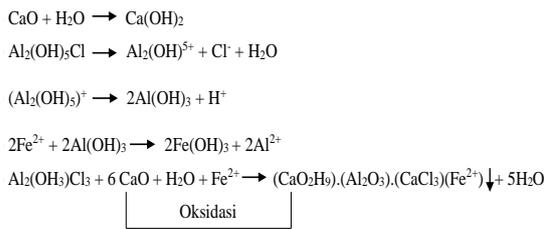


Reaksi PAC di air menghasilkan senyawa ferrihidroksida yang berupa gumpalan (flok) yang dapat mengendap sehingga kadar logam berat dalam air akan berkurang. Dari reaksi penambahan PAC melepaskan ion H^+ sebanyak 1 yang menyebabkan kandungan pada air bersifat basa lemah. Dan pada penambahan koagulan tawas menghasilkan senyawa ferrihidroksida yang berupa

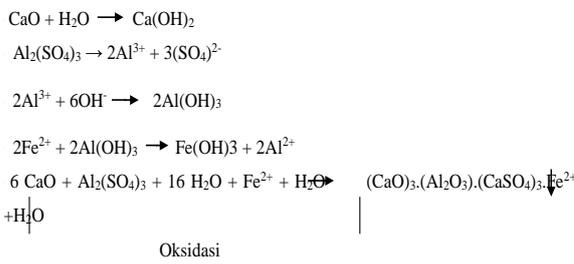
gumpalan (flok) yang dapat mengendap sehingga kadar logam berat dalam air akan berkurang. Reaksi penambahan koagulan tawas menghasilkan ion Al^{2+} . Proses koagulasi pada PAC berbeda dengan proses yang terjadi pada penambahan tawas. Pada penambahan PAC partikel koloid ditangkap oleh polimer kemudian membentuk flok dan mengendap. Sementara pada penambahan tawas muatan partikel koloid dinetralkan sehingga memungkinkan partikel tersebut saling berbenturan dan menempel menjadi kasar dan dapat mengendap.

Oksigen Terlarut

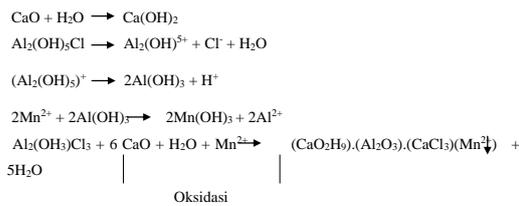
Penurunan kandungan DO dikarenakan logam berat memerlukan oksigen untuk proses oksidasi logam berat. Sehingga pada proses oksidasi logam berat tersebutlah membuat kandungan oksigen pada sampel terus berkurang seiring bertambahnya waktu (Hendrawati et al., 2015). Penurunann kadar oksigen di dalam sampel air dikarenakan adanya proses oksidasi. Adapun reaksi oksidasi yang terjadi pada saat penambahan koagulan PAC pada logam berat Fe adalah sebagai berikut:



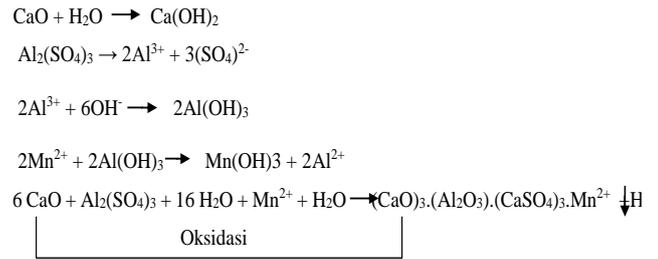
Dan Adapun reaksi oksidasi yang terjadi pada koagulan Tawas pada logam berat Fe adalah sebagai berikut:



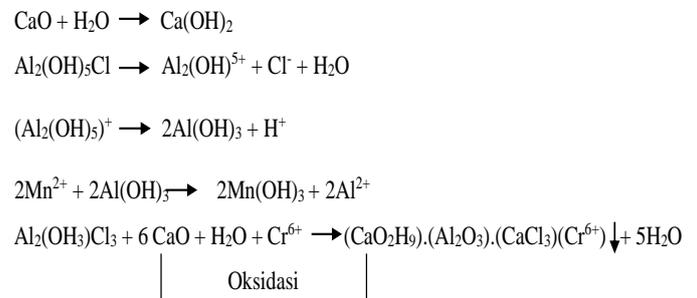
Kemudian reaksi oksidasi yang terjadi saat penambaha koagulan PAC pada logam berat Mn adalah sebagai berikut:



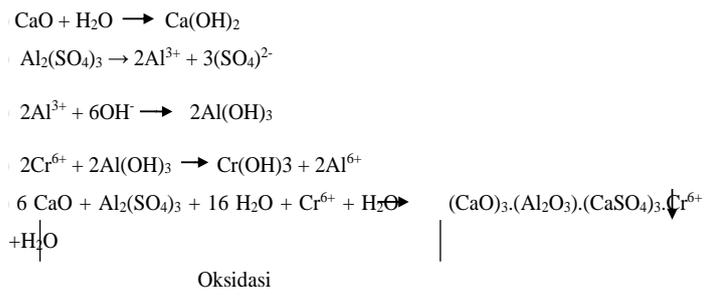
Dan Adapun reaksi oksidasi yang terjadi pada koagulan Tawas pada logam berat Mn adalah sebagai berikut:



Dan reaksi oksidasi yang terjadi saat penambahan koagulan PAC pada logam berat Cr⁶⁺ adalah sebagai berikut:

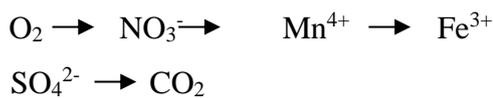


Dan Adapun reaksi oksidasi yang terjadi pada koagulan Tawas pada logam berat Cr⁶⁺ adalah sebagai berikut:



Dari 6 reaksi diatas dapat disimpulkan bahwa terjadinya reaksi oksidasi yang mengakibatkan kandungan oksigen yang ada pada air berkurang dengan anoda CaO. CaO berfungsi sebagai reduktor yang

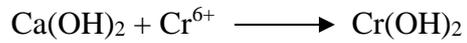
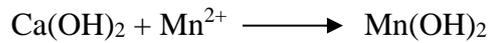
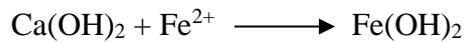
berguna untuk melepaskan oksigen ke CaO_3 . Oksigen dalam proses penurunann logam berat berperan sebagai akseptor elektron. Beberapa kation seperti Fe^{3+} dan Mn^{4+} dapat berfungsi sebagai akseptor elektron. Dengan demikian, bila kehadiran Fe^{3+} dan Mn^{4+} yang dalam tanah umumnya cukup banyak tersedia, urutan dari akseptor elektron adalah sebagai berikut (Stumm & Morgan, 1970) :



Bila O_2 sebagai akseptor elektron telah habis digunakan, maka mikroorganisme akan menggunakan NO_3^- sebagai pengganti, dan jika NO_3^- juga habis maka mikroorganisme akan menggunakan Mn^{4+} , Fe^{3+} , SO_4^{2-} dan seterusnya (Notodarmojo, 2005).

Air limbah yang mengandung logam berat diolah dengan menggunakan Teknik pengendapan. Kapur atau Ca(OH)_2 bersifat basa yang berfungsi untuk menaikkan pH dan bereaksi dengan bikarbonat membentuk endapan dengan logam berat yang ada

di perairan dengan reaksi sebagai berikut:



Dari reaksi diatas membentuk endapan dari reaksi kapur dengan logam berat. koagulan PAC dan tawas dicampurkan setelah kapur bereaksi di dalam air. Dan pengendapan logam berat dipengaruhi oleh parameter pH (Nurhayati et al., 2020).

Total Padatan Tersuspensi (TSS)

Padatan tersuspensi atau Total Suspended Solid (TSS) adalah bahan bahan tersuspensi yang tertahan pada saringan. TSS terdiri dari lumpur, pasir halus serta jasad jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah yang terbawa ke badan air.

Penurunann kadar TSS pada penelitian kali ini dipengaruhi oleh faktor penyaringan. Tingginya kadar TSS pada pengukuran H1 dikarenakan butiran atau sisa dari koagulan yang tidak terlarut secara merata. Dikarenakan proses pengadukan dilakukan secara manual. Pada pengamatan kali ini

terbentuk flok yang ada di dasar gelas beaker. Penurunann kadar TSS pada penambahan koagulan menunjukan bahwa kadar logam berat menurun pada sampel. Penurunann TSS menunjukan bahwa penambahan PAC dan tawas mampu membentuk flok (Kholifah, 2018).

Penambahan koagulan mampu membentuk flok pada air yang mengandung logam berat. Semakin besar dosis koagulan yang ditambahkan maka semakin banyak flok yang terbentuk. Penurunann TSS didalam limbah akan menyebabkan penurunann kekeruhan karena TSS merupakan salah satu faktor dari penyebab kekeruhan (Kholifah, 2018). Dan TSS merupakan padatan yang tidak akan larut, hal ini dikarenakan TSS berada di dasar perairan (Taurisna, 2020). Dan pembentukan flok terjadi karena adanya koagulasi dan flokulasi pada penambahan koagulan.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penambahan koagulan PAC terhadap logam berat Fe

menunjukkan waktu reaksi yang efektif adalah menit ke 20, sedangkan pada penambahan Tawas adalah pada menit 30. Pada penambahan koagulan PAC dan tawas terhadap logam berat Mn adalah pada menit 20. Dan pada penambahan koagulan PAC dan tawas terhadap logam berat Cr⁶⁺ adalah pada menit 30. Dan hitungan konversi yang didapatkan untuk kolam *settling pond* adalah dengan menggunakan kapur sebanyak 417 kg dengan luasan kolam inlet 1.670 m³ dan 236 kg PAC dengan luasan kolam pengapuran 787 m³.

2. Parameter DO memiliki peran yaitu mengendapkan logam berat, juga sebagai akseptor elektron dan oksigen terlarut berperan penting dalam proses oksidasi. Dalam proses penurunann logam berat pH berperan dalam terbentuknya reaksi senyawa asam yang akan berdampak terhadap peningkatan toksisitas logam berat. Dan peran TSS pada tingkat kepekatan atau padatan yang tersuspensi tinggi maka akan mempengaruhi kualitas air.

Saran

Perlu adanya penelitian yang lebih mendalam mengenai penambahan dosis optimum PAC dan

tawas dalam mereduksi logam berat dan penambahan alat jartest agar lebih mudah dalam menentukan dosis optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, T. A. T. dan Y. (2014). Indeks Kerentanan Pesisir Di Pulau Sebuku Kalimantan Selatan Coastal Vulnerability Indeks In Sebuku Island South Kalimantan. In *Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan X ISOI 2013 Jakarta*.
- Agustina, N. (2015). *Analisis Kadar Logam Berat Kromium (VI) Hubungannya dengan pH, Suhu, DO, Salinitas dan Kecepatan Arus Sebagai Upaya Pengendalian Pencemaran di Perairan Belawan. Vi*.
- Amin, J., & Sari, dan D. (2015). Penurunann Kadar Besi dan Mangan Terlarut dalam Air Payau Melalui Proses Oksidasi Menggunakan Kalium Permanganat Reduction of Iron and Manganese Content Dissolved In Brackish Water Through Oxidation Process Using Potassium Permanganate. *Online*.
- Anggraeni, P. N. (2018). Penurunann kadar nitrat (NO₃-) dalam air dengan zeolit ZSM-5 terimpregnasi TiO₂ berdasarkan variasi konsentrasi dan lama penyinaran. *Universitas Muhammadiyah Semarang*.
- Aprilia, W. P. (2021). Analisis Logam Berat Dalam Sedimen Berdasarkan Geoaccumulation Index (Ige) Analisis Logam Berat Dalam Sedimen Berdasarkan Geoaccumulation Index (Ige). *Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta*.
- Arizuna, M., Suprpto, D., & Muskanonfola, M. R. (2014). Kandungan Nitrat Dan Fosfat Dalam Air Pori Sedimen Di Sungai Dan Muara Sungai Wedung Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*.
- Armijn, A., & Soegianto, A. (2020). Perbandingan Bioakumulasi Logam Berat Melalui Kontak Lingkungan pada Mangrove , Crustacea (P . monodon), dan Bivalvia (Anadara sp.) (Studi Kasus : Paparan Bahan Pencemar Lumpur Lapindo).
- Armita, D. (2011). Analisis Perbandingan Kualitas Air Di Daerah Budidaya Rumput Laut Dengan Daerah Tidak Ada Budidaya Rumput Laut, Di Dusun Malelaya, Desa Punaga, Kecamatan Mangarabombang, Kabupaten Takalar. *Universitas Hasanuddin*.
- Budiman, A., Wahyudi, C., Irawati, W., & Hindarso, H. (2017). Kinerja Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) Dalam Penjernihan Air Sungai Kalimas Surabaya Menjadi Air Bersih. *Widya Teknik*, 7(1), 25–34.
- Busyairi, M., Sarwono, E., & Priharyati, A. (2018). Pemanfaatan Aluminium Dari Limbah Kaleng Bekas Sebagai Bahan Baku Koagulan Untuk Pengolahan Air Asam Tambang. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 10(1), 15–25.

- Chandra, N. E., & Rohmaniah, S. A. (2018). Analisis Laju Pertumbuhan Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Lamongan Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Lapangan Usaha. *TRANSFORMASI (Journal Of Mathematics Education & Mathematics)*, 1(2), 31–37.
- Connel, D. W., & Miller, G. J. M. (1995). *Kimia Dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Des W. Connel & Gregory J. Miller.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi pegelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*. Kanisius.
- Fatma, P. L. (2005). Penggunaan Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Gembira. In *Jurnal Penelitian Sains* (pp. 93–101).
- Febrina, L., & Astrid, A. (2015). Studi Penurunann Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Pertumbuhan penduduk di Indonesia yang perumahan serta pemenuhan kebutuhan akan air bersih . Manusia dapat bertahan hidup meningkatkan derajat kesehatan masyarakat , karena air merupakan salah. *Jurnal Teknologi*, 7(1).
- Firmansyaf, D., Bambang, Y., & Sedjati, S. (2013). *Studi Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Dalam Air , Sedimen Dan Jaringan Lunak Kerang Darah (Anadara granosa Linn)*. 2(November 2011), 45–54.
- Hajarinanda, A. (2020). Analisis Kualitas Perairan Pantai Lumpue, Salo Karajae Dan Teluk Parepare. *Universitas Hasanuddin*, 1–9.
- Hananingtyas, I. (2017). Studi Pencemaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Ikan Tongkol (Euthynnus sp.) di Pantai Utara Jawa. *Biotropic : The Journal of Tropical Biology*, 1(2), 41–50.
- Hariani, P. L., Hidayati, N., & Oktaria, M. (2009). Penurunann Konsentrasi Cr(VI) Dalam Air Dengan Koagulan FeSO₄. *Jurnal Penelitian Sains*, 12(C), 12208.
- Hastutiningrum, S., Purnawan, & Nurmaitawati, E. (2015). *Penurunann Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah dengan Metode Aerasi Conventional Cascade dan Aerasi Vertical Buffle Channel Cascade*. 1–7.
- Helfinalis, Sultan, & Rubiman. (2012). Padatan Tersuspensi Total di Perairan Selat Flores Boleng Alor dan Selatan Pulau Adonara Lembata Pantar. *Ilmu Kelautan - Indonesian Journal of Marine Sciences*, 17(3), 148–153.
- Hendrawati, Sumarni, S., & Nurhasni. (2015). Penggunaan Kitosan sebagai Koagulan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Danau. *Jurnal Kimia VALENSI*, 1(1), 1–11.