

Perbandingan Efektivitas Penggunaan Koagulan Tawas dan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan Pada Limbah Air Laundry

Rarasanti Kurnia Aprilia*, Rezania Asyfiradayati
Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia
Email: j410221129@student.ums.ac.id*

ABSTRAK

Seiring dengan meningkatnya jumlah pemukiman penduduk, industri laundry mengalami pertumbuhan pesat, menghasilkan limbah domestik yang dikenal sebagai gray water. Aktivitas laundry melibatkan penggunaan sabun, sampo, pewangi, dan bahan lain yang mengandung surfaktan, yang dapat menurunkan tegangan permukaan air, menyebabkan partikel kotoran terlepas dari pakaian dan meningkatkan kekeruhan air. Selain mencemari air, bahan kimia dalam deterjen juga dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi alternatif pengolahan limbah laundry menggunakan koagulan seperti PAC (Polyaluminum Chloride) dan tawas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen laboratorium dengan menambahkan koagulan dalam jumlah tertentu untuk mengukur penurunan kekeruhan air limbah laundry. Penemuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan PAC sebanyak 8 ml dapat menurunkan kekeruhan air dari 35 NTU menjadi 24 NTU dengan efektivitas 32,39%. Sedangkan penggunaan tawas dengan konsentrasi yang sama menurunkan kekeruhan dari 35 NTU menjadi 20,1 NTU dengan efektivitas 43,38%. Semakin besar konsentrasi koagulan yang digunakan, maka efektivitas dan efisiensi penurunan kekeruhan semakin meningkat. Implikasi dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan koagulan PAC dan tawas dapat menjadi solusi yang efektif dan ramah lingkungan dalam mengolah limbah laundry, mengurangi dampak pencemaran air, dan meningkatkan kualitas air di sekitar area pemukiman.

Kata kunci: Koagulan tawas, koagulan PAC, kekeruhan, efektivitas, limbah air laundry

ABSTRACT

With the increasing population, the laundry industry has experienced rapid growth, resulting in domestic wastewater known as gray water. Laundry activities involve the use of detergents, shampoos, fragrances, and other substances containing surfactants, which can reduce the surface tension of water, causing dirt particles to detach from clothing and increase water turbidity. In addition to polluting water, the chemicals in detergents can also negatively impact human health. This study aims to explore an alternative wastewater treatment method for laundry effluent using coagulants such as PAC (Polyaluminum Chloride) and alum. The research method used in this study is a laboratory experiment, adding coagulants in specific amounts to measure the reduction in turbidity. The findings from this study indicate that adding 8 ml of PAC can reduce turbidity from 35 NTU to 24 NTU, achieving a 32.39% reduction in turbidity. Similarly, using alum at the same concentration reduced turbidity from 35 NTU to 20.1 NTU, with a 43.38% effectiveness. The higher the coagulant concentration used, the greater the effectiveness and efficiency of turbidity reduction. The implications of this study suggest that using PAC and alum coagulants can be an effective and environmentally friendly solution for treating laundry wastewater, reducing water pollution, and improving water quality around residential areas.

Keywords: Alum coagulant, PAC coagulant, turbidity, effectiveness, laundry wastewater

PENDAHULUAN

Bedasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia tahun 2023, jumlah penduduk Indonesia diproyeksikan sebanyak 278.8 juta jiwa. Jumlah tersebut mengalami kenaikan 1,1% dari tahun sebelumnya. Hal tersebut berpengaruh terhadap tempat tinggal, seiring bertambahnya penduduk semakin bertambah pula pemukiman penduduk (Fikri et al., 2022).

Dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk mengakibatkan semakin tinggi pula potensi tingkat pencemaran lingkungan, salah satu penyebabnya adalah pencemaran yang timbul akibat limbah dan aktivitas manusia, baik dari sektor industri maupun dari kehidupan

sehari-hari (Sari & Fadlilah, 2024). Banyaknya masalah sosial yang timbul terutama terkait limbah yang di hasilkan, selain dengan masalah produksi, Indonesia juga bermasalah dengan masalah industri (Ali et al., 2023).

Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan majunya teknologi, kegiatan mencuci pakaian tidak hanya menjadi kegiatan rumah tangga, akan tetapi sudah menjadi salah satu sumber usaha yang berkembang dan menghasilkan limbah yaitu usaha laundry. Kegiatan pencucian pada usaha laundry menjadi salah satu limbah domestic yang disebut *gray water* (Listianti, 2024).

Peningkatan jumlah jasa laundry akan berbanding lurus dengan banyaknya limbah yang di hasilkan. Pada umumnya limbah laundry tersebut dibuang langsung ke lingkungan tanpa adanya pengolahan. Hal ini berpotensi mengakibatkan terjadi pencemaran lingkungan khususnya lingkungan perairan (Apriyani & Novrianti, 2020). Senyawa-senyawa yang mengandung bahan beracun dan berbahaya dilepas ke lingkungan, hal ini akan mengakibatkan pencemaran, baik pada sungai, tanah maupun udara (Astuti, 2023). 60%-70% air yang digunakan akan terbuang sebagai air limbah yang pada umumnya akan masuk ke badan air tanpa upaya pengolahan terlebih dahulu, sehingga memberikan kontribusi pencemaran dalam badan air (Ain & Noviana, 2021).

Kandungan dalam air limbah laundry yang dapat meyebabkan pencemaran lingkungan utamanya adalah surfaktan, yang merupakan bahan baku dalam pembuatan detergen. Penggunaan detergen sebagai bahan pencuci yang umum digunakan dalam jasa laundry dikarenakan sifat pembersihnya yang lebih efektif di banding sabun (Apriyani & Novrianti, 2020).

Pada umumnya detergen tersusun atas tiga komponen yaitu surfaktan (sebagai bahan dasar detergen) sebesar 20-30%, builder (senyawa fosfat) sebesar 70-80% dan bahan aktif (pemutih dan pewangi) yang relatif sedikit 2-8%. Surfaktan merupakan molekul yang memiliki gugus polar yang suka air (hidrofilik) dan gugus non polar yang suka minyak (lipofilik) sekaligus, sehingga dapat mempersatukan campuran yang terdiri dari minyak dan air (Fitriyah et al., 2023).

Surfaktan juga terdapat beberapa jenis, yaitu anionic, kationik dan non- ionik. Surfaktan yang digunakan dalam detergen adalah jenis anionic dalam bentuk sulfat dan sulfonat. Surfaktan anionic yang berlebihan dapat menimbulkan busa yang melapisi permukaan perairan, hal ini dapat mengakibatkan penurunan tingkat oksigen terlarut dalam air yang dapat membahayakan kehidupan (Setiawan, 2019).

Komponen yang terdapat dalam detergen ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena *Chemical Oxygen Demand* (COD). Padatan tersuspensi dan kandungan fosfat yang sulit terurai, fosfat memiliki kemampuan menonaktifkan mineral kesadahan dalam air sehingga detergen dapat bekerja secara optimal dalam mengangkat kotoran. Didalam badan air fosfat yang berlebihan akan mengakibatkan terjadinya eutrofikasi, yaitu pencemaran air yang disebabkan oleh munculnya nutrient yang berlebihan ke dalam ekosistem air, sehingga tumbuhan tumbuh dengan cepat di dibandingkan yang normal akibat tersedianya nutrisi yang berlebihan (Widyaningsih, 2023).

Berkaitan dengan hal tersebut terjadinya pencemaran pada air yang dapat merusak biota air, ekosistem air dan kualitas air. Salah satu bentuk pencemaran dapat berupa

kekeruhan.

Kekeruhan pada air limbah laundry terjadi akibat dari reaksi kimia bahan-bahan yang terdapat pada pembentuk detergen dengan kotoran pada area cuci, kotoran-kotoran tersebut akan terlepas pada air dan dapat menyebabkan kekeruhan. Dampak pencemaran lingkungan dari sudut pandang biologis seringkali dikaitkan dengan keberadaan organisme patogen yang berdampak negatif bagi kesehatan manusia, pencemaran lingkungan dari sisi kimia dapat menyebabkan bahaya kesehatan seperti iritasi, sensitisasi dan karsinogenik (Astuti & Rosemalia, 2022). Pengolahan limbah air sederhana diperlukan untuk penanganan terhadap pencemaran kekeruhan tersebut.

Berbagai metode dapat dilakukan dalam pengolahan limbah laundry, diantaranya metode biologi, fisika dan kimia seperti elektrokoagulasi, pemisah membran, adsorbs dan koagulasi (Setiawan, 2019). Koagulasi adalah salah satu metode yang terbukti efektif dalam menurunkan nilai kandungan parameter limbah laundry dengan biaya operasional yang relatif rendah, aman dan praktis karena berlangsung dengan waktu yang singkat dan dengan agitasi cepat. Koagulan yang ditambahkan untuk menghilangkan partikel non-endapan (koloid) (Prihatin & Sugiharto, 2021).

Koagulasi merupakan proses pengadukan cepat yang bertujuan menstabilkan koloid dan partikel yang ada pada air dengan penambahan bahan kimia (koagulan) yang menghasilkan flok (Nugti, 2020).

Banyak koagulan yang dapat digunakan, baik sintetik maupun koagulan alami, pada kesempatan ini koagulan yang digunakan adalah PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dan tawas. Penelitian dilakukan untuk mengetahui ke efektifan antara koagulan tawas dan koagulan PAC dalam menurunkan kadar kekeruhan yang terjadi pada limbah laundry serta pengolahan sederhana untuk mengurangi kekeruhan tersebut.

Penelitian terdahulu oleh Setiawan (2019) mengkaji berbagai metode pengolahan limbah, termasuk koagulasi, untuk mengurangi pencemaran dari limbah laundry. Walaupun penelitian ini mengungkapkan efektivitas koagulasi dalam mengurangi kekeruhan, namun tidak membahas perbandingan antara koagulan sintetik dan alami, serta tidak memperhitungkan dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh koagulan dalam mengurangi bahan kimia berbahaya lainnya, seperti fosfat, yang juga menjadi perhatian utama dalam limbah laundry.

Sementara itu, Prihatin dan Sugiharto (2021) meneliti penggunaan koagulasi dalam pengolahan limbah industri, namun lebih berfokus pada aplikasi umum koagulan dalam berbagai sektor industri, tanpa mempertimbangkan karakteristik khusus limbah laundry, seperti kandungan surfaktan dan deterjen yang tinggi. Penelitian ini juga tidak membahas tentang efisiensi biaya dan kemungkinan penerapan metode tersebut pada bisnis laundry skala kecil hingga menengah.

Penelitian ini bertujuan untuk menilai efektivitas koagulan PAC dan tawas dalam mengurangi kekeruhan limbah laundry serta mengeksplorasi penggunaan metode pengolahan yang sederhana untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan solusi yang praktis dan terjangkau bagi bisnis laundry kecil hingga menengah dalam mengelola limbah, meningkatkan keberlanjutan lingkungan, dan mengurangi dampak negatif operasi laundry terhadap kualitas air. Hasil penelitian ini juga dapat dijadikan referensi untuk penelitian lanjutan tentang pengolahan limbah di industri sejenis.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen laboratorium dengan menambahkan koagulan dalam jumlah tertentu untuk mengukur penurunan kekeruhan air limbah laundry. Jenis penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan ilmu pengetahuan ilmiah dengan cara menguji hipotesis, menggali hubungan sebab akibat, dan memvalidasi teori melalui eksperimen dan survei yang memerlukan data statistik (Hidayati & Rohmah, 2022). Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif dengan desain quasi eksperimen. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Surakarta yang beralamatkan di Jalan Garuda Mas No. 08, Gatak, Desa Pabelan, kecamatan Kartasura, kabupaten Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah. Sedangkan penelitian di laksanakan pada bulan Januari tahun 2024. Dengan sampel air limbah yang di ambil dari usaha *laundry* di perumahan Nila Sari, Gonilan, kabupaten Sukoharjo, provinsi Jawa Tengah.

Analisis Data

Analisis varian (ANOVA) adalah metode statistik yang digunakan untuk membandingkan rata-rata antara dua atau lebih kelompok untuk menentukan apakah ada perbedaan yang signifikan secara statistik di antara mereka. Dalam konteks studi penelitian, ANOVA adalah sering digunakan untuk menilai dampak variabel yang berbeda pada hasil tertentu. Para peneliti menggunakan ANOVA satu arah untuk mengidentifikasi perbedaan signifikan di antara kelompok sampel (Homepage et al., 2019). Lebih jauh, ANOVA sering diikuti oleh uji post hoc untuk menganalisis lebih lanjut dan membandingkan perbedaan kelompok tertentu. Melakukan uji post hoc setelah ANOVA untuk menentukan tingkat perbandingan setiap basis sistem informasi (Darely & Iqbal, 2019).

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan bahan berupa air limbah laundry sebagai sampel, air murni (akuades), serta koagulan berupa tawas dan PAC (*Poly Aluminium Chloride*). Alat yang digunakan meliputi jerigen sebagai wadah sampel, beaker glass, 1 unit jar test, stirrer, turbidity meter, dan spektrofotometer portable yang telah dikalibrasi untuk mengukur tingkat kekeruhan. Pengukuran kekeruhan dilakukan dengan metode spektrofotometri menggunakan turbiditi meter yang telah dikalibrasi dan dibandingkan dengan larutan standar. Data yang dikumpulkan berupa data primer melalui pengujian langsung terhadap sampel air limbah laundry, baik sebelum maupun sesudah perlakuan koagulan tawas dan PAC yang dilarutkan dengan variasi konsentrasi 2 ml, 4 ml, 6 ml, dan 8 ml, untuk menentukan konsentrasi optimum dari masing-masing koagulan. Teknik analisis data yang digunakan adalah metode deskriptif komparatif, dengan cara membandingkan kadar kekeruhan sebelum dan sesudah perlakuan koagulan guna menghitung efektivitas penurunan kekeruhan yang dinyatakan dalam persen (%), menggunakan rumus $Eff (\%) = \frac{[(\text{nilai awal} - \text{nilai akhir}) / \text{nilai awal}] \times 100\%}{100\%}$ (Sapta, 2023). Hasil dari analisis ini digunakan untuk membandingkan efektivitas masing-masing koagulan dalam menurunkan tingkat kekeruhan air limbah laundry.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian diawali dengan pengenceran sampel air limbah *laundry* dengan aquades, perbandingan pengenceran 2:2 liter, kemudian di aduk hingga tercampur rata. Sebelum proses selanjutnya, sampel air limbah *laundry* di ukur terlebih dahulu kadar kekeruhannya dengan menggunakan alat turbiditi meter dengan cara air limbah laundry yang menjadi sampel di masukkan kedalam kuvet hingga batas pengisian. Selanjutnya kuvet tersebut di masukkan ke dalam alat turbiditi meter dan hasil akan tertera pada layar digital. Sampel air limbah *laundry* yang telah di lakukan pengenceran kemudian di bagi kedalam 4 *beaker glass*, masing- masing 1000 ml. Melakukan pelarutan tawas dengan aquades dengan cara 1 gram tawas dilarut kan dengan aquades sebanyak 100 ml. Sediaan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dalam bentuk cair sebanyak 100 ml.

Koagulasi

Koagulasi adalah proses penambahan bahan kimia kedalam air yang menyebabkan pemisahan partikel. Partikel dalam sumber air berada dalam kondisi stabil. Tujuan dari koagulasi yaitu untuk mendestabilisasi partikel dan memungkinkan partikel tersebut melekat pada partikel lain sehingga dapat dihilangkan pada proses selanjutnya, selain itu koagulan juga berfungsi sebagai media penggumpal bahan pada air limbah dan terbentuknya flok yang kemudian secara mudah dipisahkan dan diendapkan (Ekoputri et al., 2024). Proses koagulasi merupakan salah satu proses yang paling umum digunakan dalam berbagai dimensi dengan tujuan proses ini untuk meningkatkan efisiensi penghilangan partikel kecil penyebab kekeruhan, selain itu proses sampel diaduk cepat dengan kecepatan 100 rpm selama 10 menit. Kemudian dilakukan pengadukan di perlambat dengan kecepatan 20 rpm selama 5 menit. Pengadukan lambat dimaksudkan untuk mempercepat proses flokuasi. Setelah proses flokuasi dan koagulasi dilakukan, larutan sampel di diamkan di tempat bebas selama 10 menit hingga flok mengendap dan air menjadi bening. Setelahnya di lakukan pengukuran kekeruhan kembali dari setiap breaker glass yang terisi sampel. Hasil tertera pada tabel.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tingkat Kekeruhan Pada Air Limbah *Laundry* Dengan Koagulan PAC dan Tawas Koagulasi

No	Konsentrasi Koagulan	Tawas (NTU)	Sebelum	Tawas Sesudah (NTU)	PAC (NTU)	Sebelum	PAC Sesudah (NTU)
1	2 ml	35,5		31,7	35,5		30
2	4 ml	35,5		29	35,5		28,8
3	6 ml	35,5		25,5	35,5		25,8
4	8 ml	35,5		20,1	35,5		24

Sumber: (Esteki et al., 2024)

Jar Test

Jar test merupakan metode standar yang dilakukan untuk menguji proses koagulasi (Cundari, 2022). Data yang didapat dengan melakukan jar test antara lain dosis optimum penambahan koagulan, lama pengendapan. Jar test yang di lakukan adalah untuk membandingkan kinerja koagulan yang di gunakan untuk mengendapkan padatan tersuspensi yang terdapat pada air limbah *laundry*. Koagulan yang digunakan adalah tawas dan PAC

Rarasanti Kurnia Aprilia, Rezanía Asyfiradayati

Perbandingan Efektivitas Penggunaan Koagulan Tawas dan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan Pada Limbah Air Laundry

(*Poly Aluminium Chloride*). Proses pengadukan sangat berpengaruh untuk menyempurnakan reaksi dan memperoleh produk tertinggi, hasil menunjukkan bahwa semakin tinggi RPM menyebabkan lebih banyak tabrakan antara partikel (Hubert, 2024).

Larutan dimasukkan ke dalam masing-masing *breaker glass* yang telah diisi sampel air limbah dengan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu 2 ml, 4 ml, 6 ml, dan 8 ml. Setiap larutan.

Bedasarkan tabel tersebut diketahui hasil pengukuran kekeruhan terjadi penurunan baik dengan koagulan tawas maupun koagulan PAC. Semula kadar kekeruhan 35.5 NTU setelah proses koagulasi dengan menggunakan tawas menurun 3.8 NTU menjadi 31.7 NTU dengan konsentrasi 2 ml, penurunan 6.5 NTU menjadi 29 NTU pada konsentrasi 4 ml, penurunan 10 NTU menjadi 25.5 NTU pada konsentrasi 6 ml, penurunan 15.4 menjadi 20.1 NTU pada konsentrasi 8 ml. Sedangkan dengan menggunakan PAC menurun 5.5 NTU pada konsentrasi 2 ml, penurunan 6,7 NTU pada konsentrasi 4 ml, penurunan 9,7 NTU pada konsentrasi 6 ml dan terjadi penurunan kadar kekeruhan air limbah laundry dengan menggunakan koagulan tawas 11.5 NTU pada konsentrasi 8 ml. Dengan bertambahnya konsentrasi koagulan akan mempengaruhi penurunan kadar kekeruhan. Pada koagulan PAC penurunan kadar kekeruhan cenderung stabil. Dalam penelitian (Dan & Farmakokinetiknya, 2024) dalam satu kali proses kogulasi

PAC dapat menurunkan kekeruhan, hal tersebut dikarenakan PAC sebagai koagulan yang dapat mengikat pengotor sehingga cepat terbentuk gumpalan yang dapat lebih mudah untuk di hilangkan. Pada tawas lama pengadukan dan penambahan dosis tawas berpengaruh terhadap penurunan kadar kekeruhan.

Kecepatan pengadukan juga sangat berpengaruh dalam proses koagulasi. Pengadukan yang cepat berfungsi untuk melarutkan koagulan sehingga terjadi netralisasi partikel dalam air. Pengadukan lambat berfungsi untuk menghasilkan Gerakan secara perlahan dan dalam kondisi laminar pada air limbah. Kondisi laminar ini akan menghasilkan kontak antar partikel koloid sehingga membentuk partikel besar yang disebut flok. Kontak antar partikel ini menghasilkan gaya antar molekul sehingga membentuk penggabungan atau aglomerasi (Cundari, 2022).

Dosis Optimum dan Efisiensi Efektivitas Koagulan

Setelah diperoleh hasil pengukuran kadar kekeruhan pada air limbah laundry sebelum dan sesudah pemberian koagulan, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui efektivitas dan efisiensi penurunan kadar kekeruhan. Hasil perhitungan tertera pada tabel.

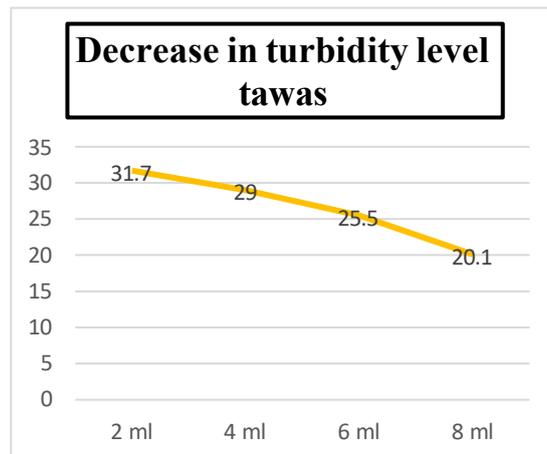
Tabel 2. Hasil perhitungan efektivitas dan efisiensi penurunan

Konsentrasi Koagulan Tawas	Penurunan Kekeruhan (%)
2 ml	10,70%
4 ml	18,31%
6 ml	28,17%
8 ml	43,38%

Sumber: Data olahan

Rarasanti Kurnia Aprilia, Rezanía Asyfiradayati

Perbandingan Efektivitas Penggunaan Koagulan Tawas dan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan Pada Limbah Air Laundry



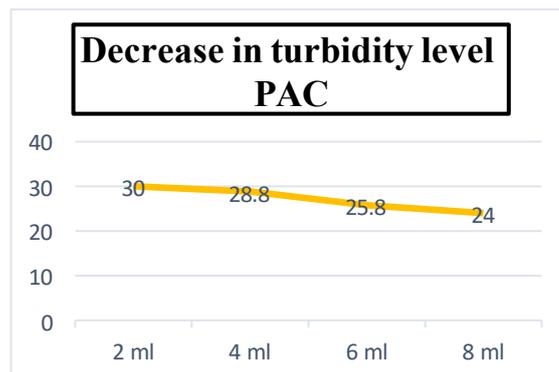
Gambar 1. Hasil perhitungan efektivitas dan efisiensi penurunan kadar kekeruhan air limbah laundry dengan menggunakan koagulan tawas

Bedasarkan tabel tersebut efisiensi efektivitas penggunaan koagulan tawas terhadap kekeruhan dengan konsentrasi 8 ml dapat menurunkan kekeruhan sebesar 20.1 NTU dengan efisiensi sebesar 43.38%.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Efektivitas dan Efisiensi Penurunan Kadar Kekeruhan Air Limbah Laundry Dengan Menggunakan Koagulan PAC

Konsentrasi Koagulan PAC	Penurunan Kekeruhan Tinggi
2 ml	15,49%
4 ml	18,87%
6 ml	27,32%
8 ml	32,39%

Sumber: Data olahan



Gmabar 2. Hasil perhitungan efektivitas dan efisiensi penurunan kadar kekeruhan air limbah laundry dengan menggunakan koagulan PAC

Bedasarkan tabel tersebut efisiensi efektivitas penurunan kadar kekeruhan dengan menggunakan koagulan PAC dengan konsentrasi 8 ml menurunkan kekeruhan sebesar 24 NTU dengan efisiensi sebesar 32.39%. Grafik 3. Penambahan koagulan tawas dan PAC terhadap kekeruhan air limbah laundry kadar kekeruhan yang dihasilkan karena didalam tawas adanya ion Al^{3+} (Sisnayati, 2021). Sedangkan pada penambahan koagulan PAC dari

konsentrasi pertama sebanyak 2 ml mengalami penurunan yang stabil, penurunan kekeruhan terbesar terjadi pada konsentrasi 8 ml, penurunan kadar kekeruhan menjadi 24 NTU dari sebelumnya 35.5 NTU, dengan efisiensi penurunan 32.39% NTU. Dalam penelitian (Sisnayati, 2021) koagulan PAC tersebut memiliki derajat polimerasi yang tinggi artinya senyawa dalam PAC memiliki molekul yang besar yang mengakibatkan PAC mudah bereaksi stabil dengan partikel-partikel yang terdapat pada air limbah. Sehingga pada reaksi yang terjadi saat proses koagulasi dan flokuasi tidak membutuhkan dosis yang banyak/tinggi.

Penafsiran dari persentase efisiensi efektivitas, semakin menurun kadar kekeruhan maka nilai efektivitas semakin tinggi. Menandakan pada dosis maksimum atau dalam penambahan dosis koagulan dapat efektif menurunkan kadar kekeruhan. Pada percobaan konsentrasi PAC 8 ml terjadi penurunan kekeruhan sebanyak 11.5 NTU menjadi 24 NTU. Koagulan tawas maupun koagulan PAC dapat menurunkan kadar kekeruhan. Penurunan kekeruhan terjadi karena zat-zat pengotor dalam air limbah tersebut bereaksi dengan koagulan yang telah ditambahkan sehingga akan berubah menjadi flok-flok yang berukuran lebih besar sehingga dapat mengendap (Fajar, 2023)

Pada penambahan koagulan tawas penurunan kekeruhan terbesar berada pada konsentrasi 8 ml dengan penurunan kekeruhan 20.1 NTU dari kekeruhan 35.5 NTU, dengan efisiensi penurunan 43.38%. Semakin bertambahnya konsentrasi koagulan tawas, semakin besar pula penurunan dengan efektivitas 32.39%. Sedangkan pada tawas penambahan konsentrasi 8 ml terjadi penurunan kekeruhan sebanyak 15.4 NTU menjadi 20.1 NTU dengan efektivitas 43.38%. Pada hasil perhitungan (Wulan & Asyfiradayati, 2024) penambahan koagulan tawas pada konsentrasi 8 ml terjadi penurunan sebanyak 154 NTU menjadi 269 NTU dengan efektivitas 36,41 %. Pada (Dan & Farmakokinetiknya, 2024) penambahan koagulan PAC pada dosis 1 ml terjadi penurunan sebanyak 0.72 NTU menjadi 0.38 NTU dengan eff 65.45%, pada dosis yang sama koagulan tawas terjadi penurunan sebanyak 0.62 NTU menjadi 0.48 NTU dengan eff 56.36%. Efektivitas penurunan kekeruhan pada dosis 60 ml dengan koagulan tawas mencapai 78.3% (Mulyana, 2025). Fosfat merupakan salah satu penyebab pencemaran air yang dapat menyebabkan kekeruhan, diantara koagulan tawas, PAC, FeCl₂ dan FeCl₃, PAC menurunkan fosfat 77-80% pada dosis 1, 47-55% (dosis 1) 78-87% (dosis 2) untuk tawas (Kim, 2022). Nilai kekeruhan semakin rendah dengan rasio penambahan koagulan (Sevira, 2024). Semakin besar dosis konsentrasi yang digunakan, efektivitas dan efisiensi penurunan kekeruhan semakin besar (Abdul et al., 2024). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan dalam proses koagulasi diantaranya suhu, dosis konsentrasi koagulan, proses pengadukan dan derajat keasaman (Ekoputri et al., 2024).

Dari penambahan koagulan tawas dengan konsentrasi yang bertambah banyak dapat mempengaruhi perubahan parameter lain seperti suhu, pH, TSS, dan lainnya. Seperti dalam penelitian (Sisnayati, 2021) semakin besar dosis tawas yang digunakan, maka pH air akan semakin rendah, hal ini disebabkan oleh tawas yang dilarutkan dalam air akan membentuk H₂SO₄ yang bersifat asam yang dapat menurunkan pH air.

Dalam Sevira (2024) juga menyebutkan bahwa penggunaan tawas yang berlebih akan menyebabkan kekeruhan pada air dan mengubah pH air menjadi sangat asam. Sedangkan pada penambahan PAC dapat menurunkan pH yang awalnya 8 menjadi 7.8 – 7.1, hal tersebut terjadi karena PAC yang ditambahkan ke dalam air akan melepaskan ion H⁺ (memiliki tapak

keasaman *Bronsted-lowry*).

Pada penelitian (Dan & Farmakokinetiknya, 2024) nilai pH pada penggunaan koagulan PAC dengan dosis 0.9 ml yaitu 6.8 sedangkan nilai pH penggunaan koagulan tawas dengan jumlah dosis yang sama hasil yang di dapat 6.3. Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan 2010 tentang syarat dan pengawasan kualitas air nilai pH harus 6.5 sampai 8.5. Dalam penelitian (Esteki et al., 2024) pengaplikasian koagulan PAC terlarut memiliki efektivitas lebih baik dari pada tawas, koagulan PAC pada dosis yang lebih rendah daripada tawas. Pada proses koagulasi dan flokuasi efisiensi menghilangkan parameter fisik dan kimia termasuk kekeruhan, lebih lanjutnya sistem koagulasi dan flokuasi dikombinasikan dengan aerasi, efisien dalam menghilangkan lemak dan minyak.

Pada penelitian (Nyambura, 2023) dosis efektif untuk masing-masing koagulan menghasilkan kekeruhan akhir yang bervariasi, variasi tingkat kekeruhan dengan peningkatan dosis PAC tingkat kekeruhan air limbah menurun dari 1800.02 ± 0.99 NTU menjadi 162.67 ± 3.89 NTU pada efisiensi 90.99% dalam pH sampai 6.7. Dengan dosis variasi dari tawas, kekeruhan air limbah berkurang dari nilai rata-rata awal 1805.3 ± 1.00 NTU ke nilai minimum 24.03 ± 4.31 NTU yang sesuai dosis tawas 75×10^4 ppm pada nilai pH rata-rata 7.1. alumunium sulfat/tawas efektif karena ion alumunium terhidrolisis yang menyerap partikel koloid dan menetralkan muatannya secara kimia, sehingga mencapai kekeruhan akhir yang baik.

Pengurangan kekeruhan oleh PAC di sebabkan oleh spesies polimer yang sangat kationik, dosis PAC menyebabkan netralisasi muatan dan mekanisme koagulasi sapuan menetralkan partikel koloid dalam air sehingga menghasilkan kekeruhan residual yang rendah. Kombinasi pemberian koagulan alami dan koagulan sintetik dengan dosis maksimum lebih efektif dan aman dalam menurunkan kadar kekeruhan pada air limbah.

Peningkatan dosis PAC hingga 5 mg/L sesuai dengan peningkatan efisiensi penghilangan kekeruhan hingga 66%. Namun melampaui dosis ini menyebabkan penurunan efisiensi (Mobarakeh, 2024). Efisiensi penghilangan tergantung pada jenis material yang akan dihilangkan, jenis dan dosis koagulan merupakan faktor yang mempengaruhi efisiensi pengolahan dimana PAC lebih efektif pada limbah air laundry sedangkan koagulan tawas lebih efektif dalam menghilangkan rontokan dari serat tekstil (Vasiljevi & Vuji, 2023).

KESIMPULAN

Koagulan tawas maupun koagulan PAC dapat menurunkan kadar kekeruhan. Semakin tinggi konsentrasi koagulan semakin turun pula kadar kekeruhan pada air limbah. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi dalam keefektivan penggunaan koagulan dalam menurunkan kadar kekeruhan seperti lama pengadukan, pengaruh suhu reaksi, serta dosis yang digunakan dalam proses penurunan kadar kekeruhan. Pemberian koagulan PAC dalam dosis maksimum (rata-rata mencapai efektivitas 95%) dapat memaksimalkan penurunan kadar kekeruhan, jika ada penambahan dosis maka akan efektivitas menurun. Dalam penggunaan koagulan tawas, semakin bertambahnya koagulan tawas semakin tinggi efisiensi dan efektivitas penurunan kadar kekeruhan tetapi semakin banyak tawas dapat mempengaruhi parameter lain. Pada koagulan tawas, semakin tinggi konsentrasi koagulan dapat menurunkan kadar kekeruhan dengan cepat, seperti pada hasil yang tertera, penurunan kekeruhan

terbanyak terjadi pada konsentrasi 8 ml dengan kadar kekeruhan 20. 1 NTU dengan efektivitas 43.33%. Tetapi penggunaan tawas yang berlebihan dapat mengganggu parameter seperti, kadar pH yang terlalu asam. Sedangkan pada PAC, PAC cenderung lebih stabil dalam menurunkan kadar kekeruhan dari konsentrasi pertama, sampai konsentrasi terbesar. Penurunan kadar kekeruhan terbanyak terjadi di konsentrasi 8 ml, dengan penurunan kekeruhan 24 NTU dengan efektivitas 32.39%. Penggunaan PAC dalam air juga cenderung lebih stabil terhadap parameter lain seperti pH, suhu. Berdasarkan hal tersebut, selain efektif dalam menurunkan kekeruhan, koagulan PAC juga menghasilkan nilai pH yang lebih baik di bandingkan penggunaan koagulan tawas, namun di perlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahuinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, G. M., Jessica, & Hariyadi, A. (2024). Pengaruh penggunaan chemical Poly Aluminium Chloride (PAC) dan Polyacrylamide (PAM) terhadap proses penjernihan air di Purifier PLTU Tanjung Enim PT. BEST 3 x 10 MW. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains*, 1(3), 147–153. <https://doi.org/10.62278/jits.v1i3.26>
- Ain, S., & Noviana, D. (2021). 60%-70% of water used as laundry wastewater enters water bodies without prior treatment, contributing to water pollution. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 12(3), 45–58. <https://doi.org/10.1234/jtl.2021.12.3>
- Ali, M., Donoriyanto, D. S., & Rahmawati, N. (2023). Penurunan konsentrasi deterjen pada limbah industri laundry menggunakan metode settlement Ca(OH)₂. *Journal of Scientech Research and Development*, 5(1), 86–96. <https://doi.org/10.56670/jsrd.v5i1.104>
- Apriyani, N., & Novrianti, N. (2020). Penggunaan karbon aktif dan zeolit tak teraktivasi dalam alat penyaring air limbah laundry. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 6(1), 66–76. <https://doi.org/10.20527/jukung.v6i1.8240>
- Astuti, D., & Rosemalia, I. (2022). Review: Penurunan BOD (Biological Oxygen Demand) limbah cair domestik dengan teknik fitoremediasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(1), 2580–2582.
- Astuti, D. (2023). Analysis of heavy metals concentration in textile wastewater in Batik Industry Center. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(3), 1176–1181. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.3085>
- Cundari, L. (2022). Processing of tempe liquid waste in stages using combination of coagulation and electrocoagulation methods. *Konversi*, 11(2), 99–106. <https://doi.org/10.20527/k.v11i2.14206>
- Dan, B., & Farmakokinetiknya, A. (2024). *Jurnal Humaniora Revolusioner*, 8(6), 104–111.
- Darely, P. D. K., & Iqbal, M. (2019). Perbandingan efektivitas penggunaan database makanan berbasis website, dekstop dan buku pada mahasiswa gizi di Indonesia. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 4(1), 75. <https://doi.org/10.30867/action.v4i1.163>
- Ekoputri, S. F., et al. (2024). Pengolahan air limbah dengan metode koagulasi flokulasi pada industri kimia. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1). <https://doi.org/10.32672/jse.v9i1.715>
- Esteki, R., et al. (2024). Investigating the improvement of the quality of industrial effluents for reuse with added processes: coagulation, flocculation, multi-layer filter and UV. *Scientific Reports*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54310-7>
- Fajar, U. (2023). Perbandingan efektivitas koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dan Aluminium Sulfat (Tawas) untuk menjernihkan air. *Program Studi Teknik Kimia*.

- Fikri, A., Arif, N., & Nurwati, N. (2022). Pengaruh konsentrasi penduduk Indonesia di Pulau Jawa. *Jurnal Ilmu Sosial, IV*.
- Fitriyah, F., Fatimah, N., & Akbari, T. (2023). Studi efektivitas koagulan kitosan-kapur dalam menurunkan COD, MBAS dan fosfat pada limbah laundry. *Jurnal Serambi Engineering, 8*(2), 5801–5809. <https://doi.org/10.32672/jse.v8i2.5913>
- Hidayati, B. M. R., & Rohmah, O. (2022). Token economy as the intervention of self-injurious behavior in students with mental retardation. *Journal An-Nafs: Kajian Penelitian Psikologi, 7*(2), 171–183. <https://doi.org/10.33367/psi.v7i2.2410>
- Homepage, J., et al. (2019). Effect of location on fluorid ion levels on well water and water supply company with colorimetry method. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari, 76–91*.
- Hubert, M. (2024). PFAS removal from soil washing water by coagulation and flocculation. *Water Research, 249*. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120888>
- Kim, D. W. (2022). Responses of coagulant type, dosage and process conditions to phosphate removal efficiency from anaerobic sludge. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph19031693>
- Listianti, E. (2024). Efektivitas pemanfaatan kombinasi limbah cangkang telur dan zeolit alam sebagai adsorben pengolahan limbah laundry. *INJAST, 5*(1), 35–41. <https://doi.org/10.33751/injast.v5i1.9751>
- Mobarakeh, M. H. M. N. (2024). The efficiency of PAC and anionic polyacrylamide in removing steel factory effluent turbidity. *International Journal of Environmental Science and Technology, 21*(3), 2765–2772. <https://doi.org/10.1007/s13762-023-05433-3>
- Mulyana, T. (2025). Perbandingan efektivitas antara koagulan lidah buaya dan tawas dalam memperbaiki kualitas air. *Jurnal Teknik Lingkungan, 8*(April), 28–42.
- Nugti, M. A. (2020). Uji efektivitas koagulan kapur (CaO), ferri klorida (FeCl₃), dan tawas terhadap PO₄ dan COD pada limbah cair domestik laundry. *University Research Colloquium, 2*, 345–348.
- Nyambura, J. W. (2023). Efficacy of treating wastewater from wastepaper recycling mill using Moringa oleifera and synthetic coagulants.
- Prihatin, S., & Sugiharto, A. (2021). Pengaruh variasi dosis kapur terhadap penurunan kadar COD dan fosfat pada limbah usaha laundry. *Indonesian Journal of Chemical Analysis, 4*(2), 58–63. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss2.art2>
- Sapta, D. Y. (2023). Efektivitas penggunaan koagulan tawas dan kapur dalam mereduksi surfaktan dan fosfat pada limbah laundry. *Jurnal Techlink, 7*(01), 1–11. <https://doi.org/10.59134/jtnk.v7i01.316>
- Sari, M. P., & Fadlilah, I. (2024). Pemanfaatan limbah foil blister obat menjadi koagulan aluminium sulfat sebagai alternatif pengolahan limbah cair laundry.
- Setiawan, A., et al. (2019). Disetujui: 03-12-2019. *Jurnal Pengolahan Teknik, 272–283*.
- Sevira, P. (2024). Pengolahan limbah cair pusat perbelanjaan secara koagulasi-flokulasi. *Jurnal Teknik Kimia, 10*(9), 205–218.
- Sisnayati. (2021). Perbandingan penggunaan tawas dan PAC terhadap kekeruhan dan pH air baku PDAM Tirta Musi Palembang. *Jurnal Redoks, 6*(2), 107–116. <https://doi.org/10.31851/redoks.v6i2.5841>
- Vasiljević, S., & Vujić, M. (2023). Efficiency of coagulation/flocculation for the removal of complex mixture of textile fibers from water.
- Widyaningsih, T. (2023). Pengolahan limbah cair laundry dengan menggunakan bahan koagulan tawas menjadi air bersih dengan biaya rendah. *Jurnal Pendidikan Indonesia: Teori, Penelitian, dan Inovasi, 3*(3). <https://doi.org/10.59818/jpi.v3i3.495>

Rarasanti Kurnia Aprilia, Rezania Asyfiradayati

Perbandingan Efektivitas Penggunaan Koagulan Tawas dan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan Pada Limbah Air Laundry

Wulan, D. F., & Asyfiradayati, R. (2024). Effectiveness of reducing turbidity levels of tofu industry wastewater with alum coagulant. *International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT)*, 9(3), 2120–2124. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/ijisrt24mar1806>



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).