

Penggunaan *Jar Test* untuk Penentuan Dosis dan Komposisi Optimum Komposit Koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) – Kitosan dalam Menurunkan TSS dan COD

Jar Test Utilization for Determination of Optimum Dosage and Composition of Coagulant Composite Poly Aluminium Chloride (PAC) – Chitosan in Penyisihan TSS and COD

Ahmad Erlan Afiuddin¹, Ulvi Pri Astuti^{2*}, Tanti Utami Dewi³, Mirna Apriani⁴, Novi Eka Mayangsari⁵, Nabillah Rodhifatul Jannah⁶

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Email : ¹erlan.ahmad@ppns.ac.id, ²ulvipriastuti@ppns.ac.id, ³tanti.dewi@ppns.ac.id, ⁴mirna.apriani@ppns.ac.id, ⁵noviekam@ppns.ac.id, ⁶nabillah.jeje65@gmail.com

*Penulis korespondensi: ulvipriastusi@ppns.ac.id

ABSTRAK

Limbah laundry merupakan polutan yang memiliki parameter pencemar seperti TSS dan COD. Salah satu alternatif pengolahannya adalah koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan sintetik. Keunggulan koagulan sintetik adalah mampu menyisihkan konsentrasi pencemar yang tinggi, akan tetapi kekurangannya adalah menghasilkan lumpur kimia yang cukup banyak dan pH air menjadi asam karna semakin tinggi konsentrasi maka semakin banyak koagulan yang digunakan. Penelitian terdahulu menjelaskan bahwa kitosan pada dosis rendah memiliki efisiensi penyisihan yang baik sehingga apabila dikombinasi dengan PAC diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penyisihan dengan lumpur yang lebih sedikit. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan dosis dan komposisi optimum untuk komposit koagulan PAC dan kitosan menggunakan *jar test*. Metode *jar test* untuk penentuan dosis optimum menggunakan pengadukan cepat 140 rpm selama 2 menit dan kemudian pengadukan lambat 60 rpm selama 15 menit dan diendapkan selama 30 menit. Penentuan dosis optimum dengan cara menambahkan komposit koagulan sebesar 300 ppm, 500 ppm, dan 700 ppm serta dengan variasi komposisi di setiap dosis yaitu 1:1, 1:3, dan 3:1 antara PAC-kitosan. Kondisi terbaik dari penelitian diperoleh dosis optimum 700 ppm dan komposisi optimum 3:1 antara PAC dan kitosan menghasilkan efisiensi penyisihan COD dan TSS sebesar 70,04% dan 90,82%.

Kata Kunci: *Jar test, komposit koagulan, PAC-Kitosan, dosis optimum*

ABSTRACT

Laundry waste is a pollutant that has pollutant parameters such as TSS and COD. One alternative processing is flocculation-coagulation using synthetic coagulants. The advantage of synthetic coagulants is that they are able to remove high concentrations of pollutants, but the disadvantages are that they produce quite a lot of chemical sludge and the pH of the water becomes acidic because the higher the concentration, the more coagulant is used. Previous research explains that chitosan at low doses has good penyisihan efficiency so that when combined with PAC it is hoped that it can increase penyisihan efficiency with less sludge. The purpose of this study was to determine the optimum dosage and composition for PAC and chitosan coagulant composites using the Jar Test. The Jar Test method for determining the optimum dose uses fast stirring at 140 rpm for 2 minutes and then slow stirring at 60 rpm for 15 minutes and settling for 30 minutes. Determination of the optimum dose by adding a coagulant composite of 300 ppm, 500 ppm, and 700 ppm and by varying the composition at each dose, namely 1:1, 1:3, and 3:1 between PAC-chitosan. The best conditions from the study obtained an optimum dose of 700 ppm and an optimum composition of 3:1 between PAC and chitosan resulting in COD and TSS penyisihan efficiencies of 70.04% and 90.82%.

Keywords: *Jar test, PAC-Chitosan, coagulant composite, optimum dosage*

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah usaha *laundry* memberikan efek samping negatif ke lingkungan apabila limbah *laundry* tidak diolah dengan baik. Limbah *laundry* memiliki karakteristik TSS, COD dan surfaktan yang cukup tinggi (Nascimento *et al.*, 2019). Dampak dari pencemaran limbah *laundry* adalah meningkatnya eutrofikasi yang terjadi pada air permukaan sehingga terjadi penurunan kualitas air. Alternatif pengolahan yang dapat digunakan untuk mengolah limbah *laundry* adalah proses elektrokoagulasi, proses secara biologis, baik menggunakan membran atau tanpa membran, serta proses koagulasi flokulasi (Ge *et al.*, 2004; Janpoor *et al.*, 2011).

Pengolahan koagulasi flokulasi merupakan alternatif pengolahan fisik yang bertujuan untuk menyisihkan konsentrasi TSS atau partikel yang sulit mengendap. Penambahan koagulan pada proses koagulasi flokulasi untuk mempercepat penggumpalan baik bentuk sintetik atau alami. Koagulan sintetik yang banyak digunakan adalah PAC. Kekurangan dari penggunaan koagulan sintetik dengan konsentrasi yang cukup tinggi menyebabkan pH air menjadi asam dan menghasilkan endapan lumpur kimia yang cukup banyak karena terjadinya proses pembentukan logam hidroksida.

Alternatif pengganti koagulan kimia adalah koagulan alami yang dihasilkan dari proses sintesis atau ekstraksi hewan, mikroorganisme, atau tanaman (Zemmouri *et al.*, 2013). Koagulan alami dianggap lebih ramah lingkungan karna endapan yang dihasilkan tidak mengandung bahan kimia seperti aluminium yang dapat berbahaya bagi kesehatan (Owodunni *et al.*, 2023). Kitosan adalah jenis koagulan alami yang disintesis dari limbah udang. Limbah udang dapat dijadikan koagulan alami karena mengandung kitin sebesar (15-20)% (Nadia *et al.*, 2021). Senyawa kimia kitin pada limbah udang dapat disintesis menjadi kitosan melalui proses demineralisasi, deproteinasi dan deasetilasi. Kelebihan kitosan sebagai koagulan alami atau biokoagulan adalah mampu menyisihkan partikel koloid, organik, dan logam berat serta koagulannya mudah terurai (Bergamasco *et al.*, 2011). Hasil penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa biokoagulan kitosan pada dosis rendah memiliki efisiensi penyisihan yang baik sehingga endapan lumpur yang dihasilkan juga lebih sedikit.

Efisiensi koagulasi flokulasi dapat ditingkatkan dengan *hybrid coagulant* yang menggabungkan aspek positif dari komponen-komponen tiap koagulan. Hal tersebut mengarah ke peningkatan stabilitas koagulan dan pH daripada koagulan konvensional, peningkatan efisiensi koagulasi, dan flok lebih padat dengan sifat pengendapan yang baik (Mega *et al.*, 2012). Penelitian Mega *et al.* (2012) mengembangkan komposit koagulan antara PAC-kitosan untuk menghilangkan NOM (*Natural Organic Matter*) dengan proses koagulasi-flokulasi menunjukkan lebih sedikit membutuhkan dosis komposit koagulan PAC-Kitosan dibandingkan menggunakan PAC saja. Penelitian ini bertujuan menentukan dosis dan komposisi optimum komposit koagulan PAC dan kitosan dalam penyisihan kadar TSS dan COD dalam pengolahan limbah *laundry*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada skala laboratorium untuk menentukan dosis dan komposisi optimum untuk komposit PAC-Kitosan.

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi 1 set alat *jar test*, gelas beaker 1000 mL, spatula, dan neraca analitik (Fujitsu). Bahan yang digunakan adalah kitosan limbah udang, asam asetat glasial 100% (SAP), padatan PAC (teknis), limbah *laundry* di daerah Gebang (Surabaya), serta akuades.

B. Metode Jar Test

Jar test digunakan untuk menganalisis dosis dan komposisi optimum dari PAC-kitosan. Volume limbah *laundry* pada proses jar test sebesar 1000 mL. Pengujian jar test tersebut dilakukan menggunakan komposit koagulan PAC dan kitosan. Percobaan dilakukan penambahan dosis komposit koagulan yang berbeda-beda yaitu 300 ppm, 500 ppm, dan 700 ppm. Pada setiap dosis terdapat variasi komposisi komposit koagulan yaitu 1:1, 1:3, dan 3:1 antara PAC dan kitosan. Proses koagulasi berlangsung selama 2 menit menggunakan pengadukan cepat 140 rpm dan proses flokulasi selama 15 menit menggunakan pengadukan lambat sebesar 60 rpm (Kaur *et al.*, 2020).

C. Analisis Kualitas Limbah Laundry setelah Jar Test

Limbah laundry yang telah diolah menggunakan metode Jar Test kemudian dianalisis konsentrasi parameter TSS dan COD untuk mengetahui dosis dan komposisi koagulan PAC-Kitosan yang optimum. Acuan prosedur penelitian yaitu COD (SNI 066989.51:2005) dan TSS (SNI 06-6989.3:2019).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

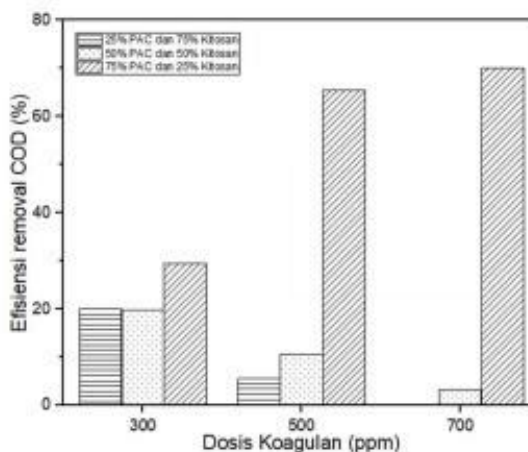
Analisis karakteristik limbah laundry awal sebelum dilakukan pengolahan dibandingkan dengan baku mutu yang disajikan pada Tabel 1. Baku mutu yang diacu adalah Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Laundry.

Tabel 1. Hasil analisis karakteristik limbah laundry

Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Baku Mutu
COD	mg/L	2.660	250
TSS	mg/L	403	100

Chemical Oxygen Demand (COD)

Tujuan analisis parameter COD setelah proses koagulasi flokulasi menggunakan jar test adalah untuk menentukan dosis dan komposisi terbaik dalam menyisihkan limbah laundry. Hasil efisiensi penyisihan COD pada semua variasi dosis dan komposisi terdapat pada Gambar-1. Hasil penelitian menjelaskan peningkatan dosis komposit koagulan menyebabkan presentase penyisihan semakin besar. Peningkatan efisiensi penyisihan COD diperoleh pada dosis komposit koagulan 300, 500, dan 700 ppm dengan komposisi 3:1 terhadap PAC dan kitosan sebesar 29,47%, 65,39%, dan 70,04%. Pada komposisi 1:1 dan 1:3 komposit koagulan dengan dosis 300, 500, dan 700 ppm mengalami penurunan efisiensi penyisihan seiring peningkatan dosis komposit koagulan. Komposisi komposit koagulan 1:1 memiliki penurunan nilai efisiensi penyisihan sebesar 20,06%, 10,68%, dan 3,33% seiring peningkatan dosis komposit koagulan. Penurunan efisiensi penyisihan terjadi juga pada komposisi 1:3 terhadap PAC dan kitosan sebesar 20,06%, 5,56% dan 0%.



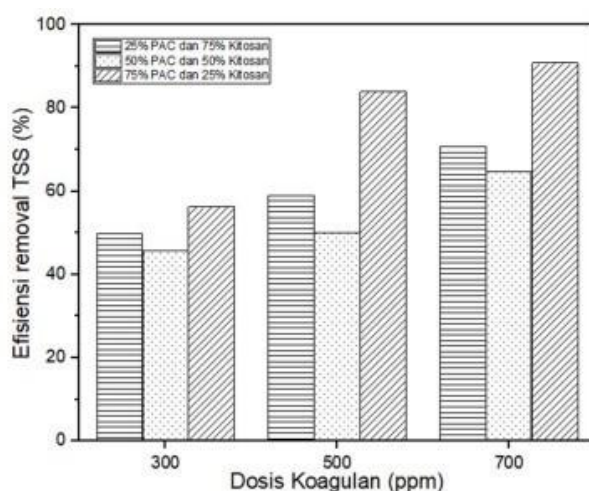
Gambar-1. Efisiensi penyisihan COD dengan komposit koagulan PAC-kitosan

Gambar-1. menunjukkan semakin besar variasi komposisi PAC dalam koagulan maka efisiensi penyisihannya juga semakin besar dikarenakan koagulan komposit dengan variasi komposisi 75% PAC dan 25% Kitosan merupakan kombinasi yang pas untuk membentuk flok untuk mengikat senyawa organik. Proses pengikatan senyawa organik dan partikel koloid menyebabkan semakin banyak flok yang terbentuk dan akhirnya mengendap. Banyaknya flok yang berhasil mengendap membuat nilai COD menurun karena oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik juga sedikit (Harwiyanti, 2015). Penambahan kitosan membantu dalam penggumpalan partikel koloid menjadi flok berukuran lebih besar (Zakaria *et al.*, 2021). Dosis koagulan yang terbaik untuk efisiensi penyisihan

COD adalah 700 ppm untuk variasi komposisi 75% PAC dan 25% kitosan, sementara untuk variasi komposisi yang dominan kitosan, dosis terbaik adalah dosis yang terendah yaitu 300 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa biokoagulan lebih efektif pada dosis yang rendah, sementara PAC lebih efektif pada dosis yang tinggi. Hal ini dibuktikan dengan hasil pada **Gambar-1**. bahwa ketika PAC dikombinasikan dengan kitosan pada variasi 75%PAC:25% Kitosan menghasilkan efisiensi penyisihan hingga 70,04%.

Total Suspended Solid (TSS)

Komposit koagulan dalam penyisihan kadar pencemar TSS dapat terjadi karena partikel-partikel padat yang terlarut dalam limbah *laundry* berikatan membentuk flok yang berukuran besar. Flok yang sudah berukuran besar akan lebih mudah mengendap sehingga efisiensi penyisihan TSS juga bisa lebih tinggi. Efisiensi penyisihan TSS pada **Gambar-2**. menunjukkan seiring peningkatan dosis komposit koagulan 300, 500, 700 ppm dengan variasi komposisi 1:1, 1:3 dan 3:1 mengalami peningkatan.



Gambar-2. Efisiensi penyisihan TSS dengan komposit koagulan PAC dan kitosan

Peningkatan dosis komposit koagulan menyebabkan presentase penyisihan TSS semakin besar (**Gambar-2**). Hal ini dikarenakan koagulan pada dosis yang optimum dapat membuat partikel – partikel yang sifatnya stabil menjadi tidak stabil. Partikel yang sudah tidak stabil akan saling tarik menarik untuk membentuk flok berukuran lebih besar dengan bantuan koagulan PAC-kitosan. Flok yang sudah berukuran besar akan mudah mengendap (Sabilina *et al.*, 2018). Penambahan koagulan PAC-Kitosan menyebabkan terjadinya gaya tarik menarik karena proses partikel koloid yang berusaha menetralkan muatan listriknya. Proses ini yang menyebabkan konsentrasi TSS pada limbah *laundry* menurun (Pratama *et al.*, 2016). Komposit koagulan yang memiliki kadar *Poly Aluminium Chloride* lebih tinggi menghasilkan efisiensi penyisihan sebesar 56,20%, 83,87%, dan 90,82% seiring peningkatan dosis.

PAC pada dosis yang tinggi lebih efektif menyisihkan konsentrasi TSS dalam limbah *laundry* karena memiliki sifat membuat laju presipitasi hidroksida lebih lambat (Sanghi & Bhattacharya, 2005). Efisiensi penyisihan TSS yang semakin tinggi menunjukkan bahwa koagulan PAC-Kitosan menghasilkan kation yang semakin banyak sehingga partikel koloid juga banyak yang terikat menjadi flok (Sari *et al.*, 2019). Kitosan pada komposit koagulan berperan sebagai pembantu untuk menggabungkan partikel-partikel menjadi flok yang lebih besar. Kitosan dapat berikatan dengan partikel koloid yang terdapat dalam limbah *laundry* karena memiliki donor elektron berupa gugus amina dan hidroksil yang merupakan polimer berantai panjang dengan berat molekul besar dan reaktif (Sinardi *et al.*, 2013).

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian komposit koagulan PAC dan kitosan didapatkan dosis dan komposisi optimum dalam penyisihan kadar COD dan TSS yaitu dosis 700 ppm dengan komposisi 3:1 terhadap PAC dan kitosan sebesar 70,04% dan 90,82%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bergamasco, R., Konradt-Moraes, L.C., Vieira, M.F., Fagundes-Klen, M.R., dan Vieira, A.M.S. 2011. Performance of a Coagulation-Ultrafiltration Hybrid Process for Water Supply Treatment. *Chemical Engineering Journal* 166: 483–489.
- Chopra, H., dan Ruhi, G. 2016. *Eco Friendly Chitosan : An Efficient Material for Water Purification. The Pharma Innovation Jurnal* 5(1): 92–95.
- Ge, J., Qu, J., Lei, P., dan Liu, H. 2004. New Bipolar Electrocoagulation-Electroflotation Process for the Treatment of Laundry Wastewater. *Separation and Purification Technology* 36(1): 33–39.
- Harwiyanti Retno Dwi. 2015. Keefektifan Dosis Koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) Dalam Menurunkan Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) Pada Air Limbah Laundry. Naskah Publikasi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Janpoor, F., Torabian, A., dan Khatibikamal, V. 2011. Treatment of Laundry Waste-Water by Electrocoagulation. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 86(8): 1113– 1120.
- Lolo Elvis U., Yonathan Suryo P., Richardus I. G., & Widiyanto. 2020. Pengaruh Koagulan PAC dan Tawas Terhadap Surfaktan dan Kecepatan Pengendapan Flok Dalam Proses Koagulasi Flokulasi. *Serambi Engineering* 5(4): 1299-1300.
- Kaur, B., Garg, R. K., & Singh, A. P. (2020). *Treatment of Wastewater from Pulp and Paper Mill using Coagulation and Flocculation. Journal of Environmental Treatment Techniques*, 9(1), 158–163
- Mega Ng., Ayu E.L., Sanly L., May L., Christopher W.K.C., Dongsheng W., Marry D., Rose A. 2012. *Preparation and Characterisation of New-Polyaluminium Chloride-Chitosan Composite Coagulant. Journal Of Water Research Elsevier Vol. 46 Issue 15 : 4614-4620.*
- Nadia, L. M., & Pipih Suptijah, L. O. 2021. Produksi Karakterisasi Kitosan Dari Cangkang Udang Putih. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan .*
- Nascimento, C.O.C., Veit, M.T., Palacio, S.M., Gonçalves, G.C., dan Fagundes-Klen, M.R. 2019. Combined Application of Coagulation/Flocculation/Sedimentation and Membrane Separation for the Treatment of Laundry Wastewater. *International Journal of Chemical Engineering* 2019: 1–13.
- Owodunni, A. A., Ismail, S., Kurniawan, S. B., Ahmad, A., Imron, M. F., & Abdullah, S. R. S. (2023). *A Review on Revolutionary Technique for Phosphate Penyisihan in Wastewater Using Green Coagulant. Journal of Water Process Engineering*, 52, 103573.
- Pratama Aditya, Wardhana Wisnu Irawan, Sutrisno Endro. 2016. Penggunaan Cangkang Udang Sebagai Biokoagulan untuk Menurunkan Kadar TSS, Kekeuhan dan Fosfat Pada Air Limbah. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Sabilina P. E., Adhi Setiawan, Ahmad Erlan A. 2018. Studi Penggunaan Dosis Koagulan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dan Flokulan *Polymer Anionic* Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Sanghi, R. B. Bhattacharya. 2005. *Comparative Evaluation of Natural Polyelectrolytes Psllium and Chitosan as Coagulant Aids for Decolourization of Dte Solutions, Water Quality Res. J*, 40, 97-101
- Sari Ajeng A., Tony B. U., Yusnita P., Dena W., & Sudarno. 2019. Integrasi Pengolahan Air Limbah Lindi Hitam dengan COD dan TSS Tinggi dari Proses Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 17(1):103.
- Sinardi, Doewondo Prayatni, dan Notodarmojo Suprihanto. 2013. Pembuatan Karakterisasi dan Aplikasi Kitosan Dari Cangkang Kerrang Hijau (*Mytilus Viridis Linneaus*) Sebagai Koagulan Penjernih Air. Program Studi Doktor Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung. N Alam, Universitas Riau.
- Zakaria Ahmad, Sopian Sauri, Dian Mira F., Puspita Sri A. W. 2021. Efisiensi Penurunan Kadar COD, TS, TSS, Kekeuhan, dan TDS pada Air Limbah Industri Pangan menggunakan Koagulan *Poly Aluminium Chloride* dengan metode Jar Test. *Warta Akab* 45 (2):98-104.



Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)
Vol.5 No.2 September 2023
e-ISSN : **2686-6137** ; p-ISSN : **2686-6145**

Zemmouri, H., Drouiche, M., Sayeh, A., Lounici, H., dan Mameri, N. 2013. Chitosan Application For Treatment of Beni- Amrane's Water Dam. Energy Procedia 36(2013): 558–564.