

# PENURUNAN BOD<sub>5</sub>, COD DAN TSS PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK DENGAN KOAGULAN PAC PADA PROSES KOAGULASI FLOKULASI

Arlini Dyah Radityaningrum<sup>1</sup>, Jenny Caroline<sup>2</sup>

Teknik Lingkungan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya<sup>1</sup>, Teknik Sipil Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya<sup>2</sup>  
e-mail: arlinidr@gmail.com

## ABSTRACT

*Dyeing process in Batik Industry results in high concentration of Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>) dan Total Suspended Solid (TSS) of wastewater. Coagulation-flocculation process with Poly Aluminium Chloride (PAC) as the coagulant is able to remove COD, BOD<sub>5</sub> and TSS. This research aims to (i). give an applicative alternative of batik's wastewater treatment, (ii). determine optimum dose of PAC, (iii). determine removal of COD, BOD<sub>5</sub> and TSS of batik's wastewater. The research is conducted within batch reactor of downflow coagulation-flocculation. Gravel of 3 cm and 6 cm are used as media. The PAC dose of 15 mg/L, 20 mg/L, 25 mg/L, 30 mg/L, 35 mg/L, 40 mg/L are added to the reactor. COD, BOD<sub>5</sub> and TSS are observed within 3 days and measured at the third and sixth hours. The results show the optimum dose of PAC to remove COD, BOD<sub>5</sub> and TSS is 25 mg/L. The concentration of COD, BOD<sub>5</sub> and TSS at the third day in the third hour are 103 mg/l, 59 mg/l dan 100 mg/l respectively.*

**Key words:** BOD<sub>5</sub>, COD, coagulation-flocculation, PAC, TSS

## ABSTRAK

Proses pewarnaan dalam industri batik menghasilkan limbah cair dengan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD<sub>5</sub>) dan *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi. Proses koagulasi-flokulasi dengan penambahan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dapat menurunkan COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS pada limbah cair industri batik. Penelitian ini bertujuan untuk (i). memberikan alternatif pengolahan limbah cair industri batik yang sederhana dan aplikatif, (ii). menentukan dosis optimum koagulan PAC, (iii). menentukan penurunan konsentrasi COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS pada limbah cair industri batik. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan reaktor *batch* menggunakan proses koagulasi-flokulasi aliran *downflow* dengan media kerikil berdiameter 3 cm dan 6 cm. Variasi dosis koagulan PAC yang ditambahkan 15 mg/L, 20 mg/L, 25 mg/L, 30 mg/L, 35 mg/L, 40 mg/L. Parameter yang diteliti dalam limbah cair industri batik ini adalah pH, COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS. Pengamatan parameter uji dilakukan selama 3 hari pada hari ke-1, ke-2, dan ke-3, dengan pengukuran parameter uji pada sampel dilakukan di jam ke-3 dan jam ke-6 pada hari pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis optimum koagulan PAC dalam menurunkan COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS adalah 25 mg/L. Konsentrasi COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS pada hari ketiga jam ke-3 adalah 103 mg/l, 59 mg/l dan 100 mg/lt.

**Kata kunci:** BOD<sub>5</sub>, COD, koagulasi-flokulasi, PAC, TSS

## PENDAHULUAN

Industri batik yang dikembangkan dalam skala rumah tangga menghasilkan limbah dari proses pewarnaan yang mengandung bahan kimia tertentu. Karakteristik limbah batik memiliki nilai COD 150 - 12.000 mg/L dan nilai BOD<sub>5</sub> berkisar antara 80 - 6.000 mg/L [1]. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jatim Nomor 72 Tahun 2013, nilai tersebut melebihi baku mutu limbah cair industri tekstil yang dipersyaratkan dapat dibuang ke badan air penerima. Limbah cair dari industri batik skala rumah tangga memerlukan pengolahan yang aplikatif dan sederhana. Pengolahan limbah cair industri batik menggunakan koagulan melalui proses koagulasi dan

flokulasi dapat diterapkan untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) skala individu pada industri batik rumah tangga [5]. Koagulan yang umum digunakan dalam proses koagulasi dan flokulasi adalah asam sulfat, kapur, *aluminium formulated chloride*, tawas dan PAC. Berdasarkan penelitian sebelumnya, koagulan PAC mampu menurunkan konsentrasi COD limbah batik sampai 75% [4]. Permasalahan yang diteliti adalah berapakah dosis optimum koagulan PAC dalam menurunkan konsentrasi COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS serta kemampuan penurunan konsentrasi COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS dalam limbah cair industri batik. Penelitian ini bertujuan untuk (i). memberikan alternatif pengolahan limbah cair industri batik yang sederhana dan aplikatif, (ii). menentukan dosis optimum koagulan PAC, (iii). menentukan penurunan konsentrasi COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS pada limbah cair industri batik.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Limbah Industri Batik

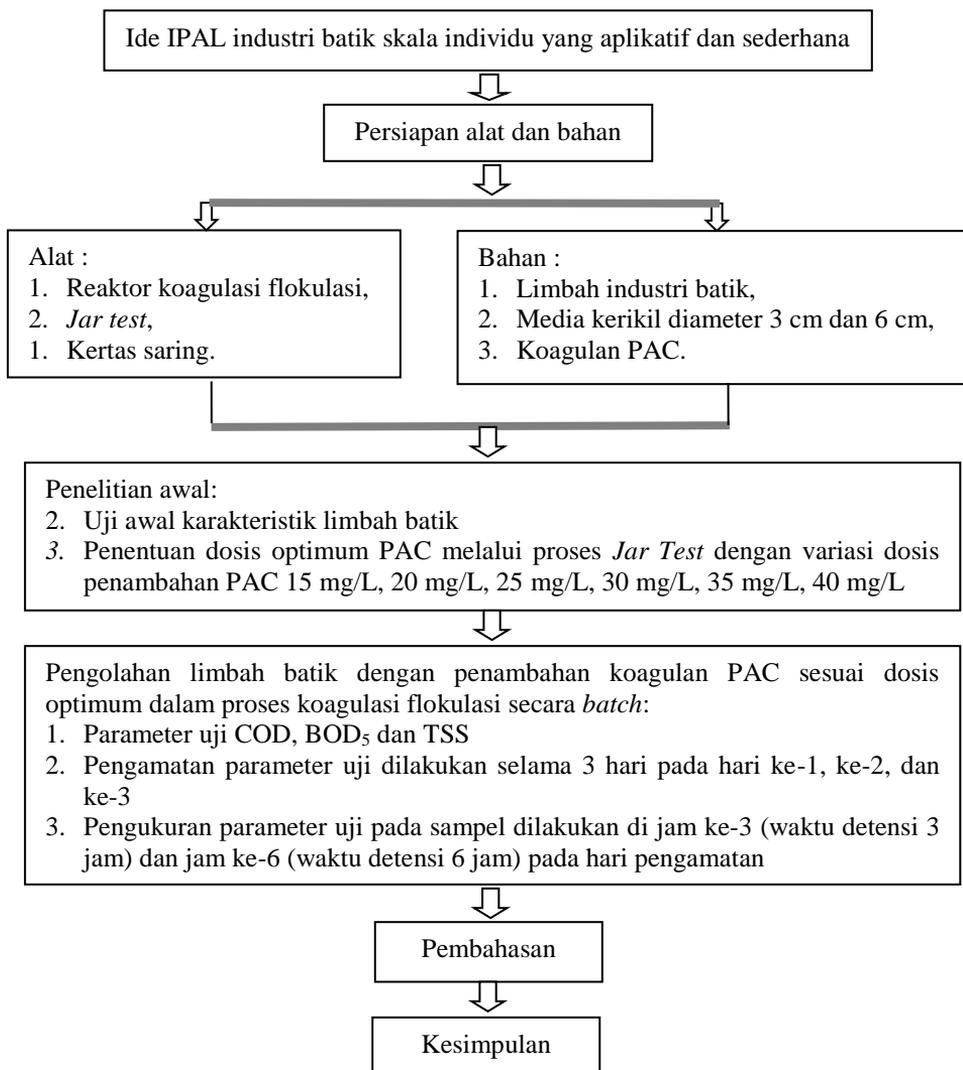
Proses produksi dalam industri batik meliputi proses *waxing*, pewarnaan dan penghilangan malam [7]. Pewarnaan dalam industri batik menggunakan air dan zat kimia pewarna dalam jumlah besar, sehingga berpotensi menghasilkan limbah cair yang berbahaya bagi lingkungan [6]. Limbah cair yang dihasilkan dari proses pewarnaan memiliki karakteristik berwarna keruh dan pekat, serta konsentrasi COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS yang tinggi [7]. Zat kimia dari proses pewarnaan industri batik bersifat sulit untuk diuraikan karena sifatnya yang masih stabil, sehingga berpotensi terhadap tingginya nilai COD pada limbah yang dihasilkan. Saat ini industri batik mulai dikembangkan dalam skala rumah tangga, sehingga diperlukan teknologi pengolahan limbah yang sederhana, aplikatif dan ekonomis untuk skala rumah tangga. Karakteristik limbah cair industri batik skala rumah tangga adalah memiliki pH sekitar 6,05, TSS 1248 mg/L, COD 712,5 mg/L [2]. Beberapa pengolahan limbah cair industri batik yang telah dilakukan dalam penelitian sebelumnya bertujuan untuk menurunkan konsentrasi warna, COD, BOD dan TSS [5]. Proses pengolahan dilakukan dengan beberapa metode, di antaranya secara fisika, kimia maupun biologi.

### Koagulasi Flokulasi

Koagulasi flokulasi merupakan proses pengolahan limbah cair secara fisik. Proses koagulasi dilakukan dengan penambahan koagulan yang berfungsi untuk mengikat partikel koloid dalam limbah cair. Partikel dalam koagulan memiliki muatan yang berlawanan dengan partikel koloid, sehingga mampu membentuk ikatan berupa gumpalan/flok. Pengadukan cepat diperlukan dalam proses koagulasi untuk mempercepat terdistribusinya koagulan sehingga dapat bereaksi dengan partikel koloid membentuk flok. Faktor-faktor yang mempengaruhi efektifitas proses koagulasi adalah karakteristik limbah berupa pH, suhu, tingkat kekeruhan; jenis dan dosis koagulan; serta kecepatan dan lama pengadukan [7]. Proses flokulasi, merupakan proses terbentuknya flok dilanjutkan dengan penggabungan flok yang terbentuk menjadi berukuran lebih besar, sehingga mudah diendapkan. Pengadukan lambat diperlukan dalam proses flokulasi untuk membantu proses penggabungan partikel koloid dengan partikel koagulan menjadi flok yang mudah diendapkan. Pembentukan flok dalam flokulasi mengalami empat tahap meliputi tahap destabilisasi partikel koloid, tahap pembentukan partikel koloid, tahap penggabungan mikro flok dan tahap pembentukan makro flok.

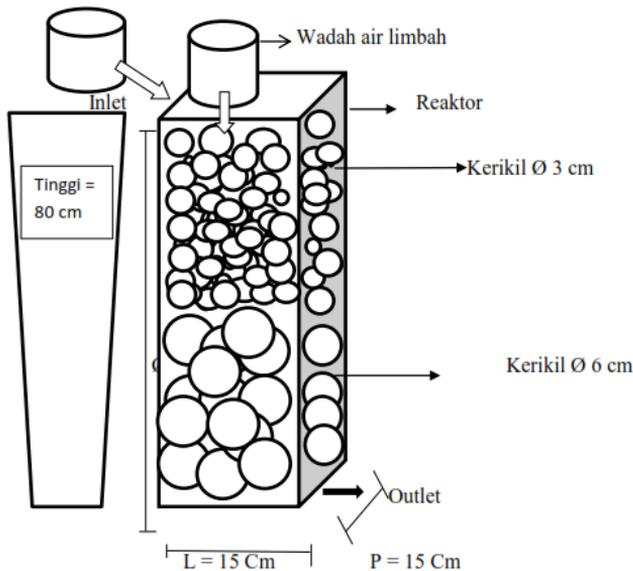
## METODE

Metode penelitian dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Reaktor koagulasi flokulasi yang digunakan dalam penelitian tertuang dalam Gambar 2.



Gambar 2. Reaktor koagulasi flokulasi

Sumber : dokumen pribadi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Awal Limbah Cair Batik

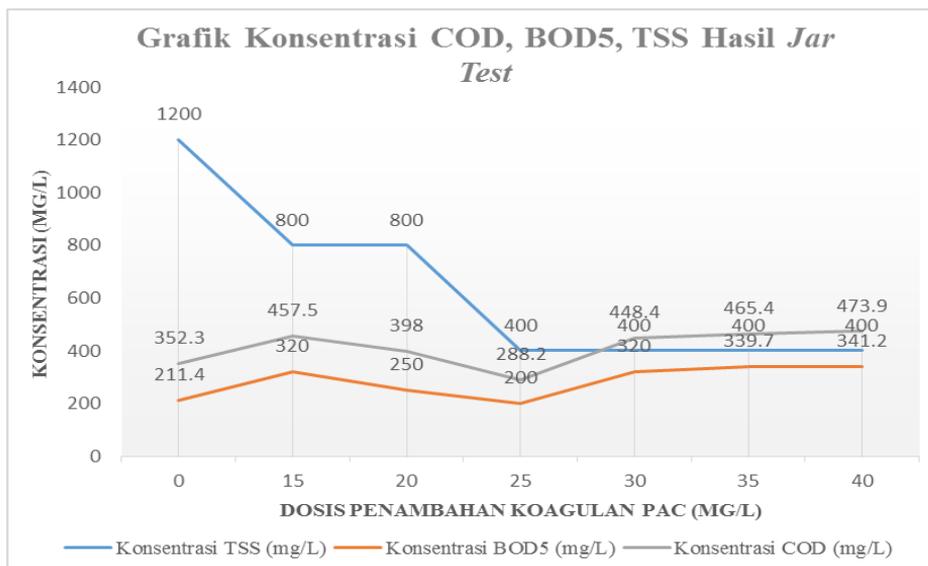
Limbah cair batik yang digunakan dalam penelitian ini memiliki karakteristik awal sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik awal limbah batik

Parameter	Hasil Uji	Standar Baku Mutu (Peraturan Gubernur Jatim No. 72 Tahun 2013)	Satuan
pH	7,3	6 - 9	-
TSS	1200	50	mg/L
BOD <sub>5</sub>	211,4	60	mg/L
COD	352,3	150	mg/L

Sumber: hasil analisa

Perlakuan awal limbah cair batik adalah dengan proses *jar test* menggunakan koagulan PAC untuk mengetahui dosis optimum koagulan dalam pengolahan limbah cair batik dengan koagulasi flokulasi. *Jar test* dilakukan dengan pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit dan pengadukan lambat 60 rpm selama 15 menit. Variasi dosis PAC yang ditambahkan dalam *jar test* adalah 15 mg/L, 20 mg/L, 25 mg/L, 30 mg/L, 35 mg/L, 40 mg/L. Dosis optimum PAC ditentukan dari hasil proses *jar test* dalam menurunkan konsentrasi COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS pada limbah cair industri batik. Detail hasil *jar test* dapat dilihat dalam grafik dalam Gambar 3. Berdasarkan grafik pada Gambar 3, dosis optimum koagulan PAC untuk pengolahan limbah cair batik menggunakan proses koagulasi adalah 25 mg/L. Penambahan dosis koagulan mempengaruhi performa hasil pengolahan dari koagulasi flokulasi dalam menurunkan konsentrasi COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS dalam limbah cair industri batik. Oleh karena itu diperlukan penambahan dosis koagulan yang sesuai berdasarkan nilai dosis optimum [3].



Gambar 3. Grafik konsentrasi COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS hasil jar test

Sumber : hasil analisa

Dosis optimum koagulan PAC sebesar 25 mg/L ditambahkan dalam pengolahan limbah cair industri batik menggunakan koagulasi flokulasi. Pengamatan parameter uji COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS hasil pengolahan koagulasi flokulasi dilakukan pada jam ke-3 (waktu detensi 3 jam) dan jam ke-6 (waktu detensi 6 jam) selama 3 hari. Konsentrasi COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS limbah cair industri batik setelah dilakukan pengolahan dengan koagulasi flokulasi ditunjukkan dalam Tabel 2. Proses koagulasi flokulasi pada hari ke-3 waktu detensi 3 jam menghasilkan penurunan konsentrasi COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS terbaik dengan konsentrasi COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS adalah 103 mg/l, 59 mg/l dan 100 mg/l

Tabel 2. Konsentrasi COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS limbah cair industri batik hasil koagulasi flokulasi

Parameter	Hari Pengamatan	Waktu Detensi	Hasil Uji (mg/L)
COD	Hari ke-1	3 jam	359,3
		6 jam	321,7
	Hari ke-2	3 jam	235,9
		6 jam	167,4
	Hari ke-3	3 jam	103
		6 jam	59
BOD <sub>5</sub>	Hari ke-1	3 jam	183,9
		6 jam	164,3
	Hari ke-2	3 jam	124,5
		6 jam	87,3
	Hari ke-3	3 jam	59
		6 jam	100
TSS	Hari ke-1	3 jam	180
		6 jam	130
	Hari ke-2	3 jam	210
		6 jam	160
	Hari ke-3	3 jam	100
		6 jam	100

Sumber: hasil analisa

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis optimum koagulan PAC dalam menurunkan COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS adalah 25 mg/L. Penurunan konsentrasi COD, BOD<sub>5</sub> dan TSS terbesar terjadi pada proses koagulasi flokulasi di hari ketiga jam ke-3, dengan nilai konsentrasi COD adalah 103 mg/l, nilai BOD<sub>5</sub> 59 mg/l, dan nilai TSS adalah 100 mg/lt.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azbar N., Yonar T. dan Kestioglu K. 2004. Comparison of Various Advanced Oxidation Processes and Chemical Treatment Methods for COD and Colour Removal from a Polyester and Acetate Fiber Dying Effluent. *Chemosphere*, vol. 55, p. 35-43.
- [2] Effendi H., Sari R. D. Dan Hasibuan S. 2015. Moringa Oleifera as Coagulant for Batik Effluent Treatment. Conference Proceedings of 5th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment. 20-23 April 2015.
- [3] Hassan M. A. B., Li T. P., Noor Z. Z. 2016. Coagulation and Flocculation Treatment of Wastewater in Textile Industry Using Chitosan. *Journal of Chemical and Natural Resources Engineering*, vol. 4, no. 1, p. 43-53, Maret 2016.
- [4] Nugraheni I.K., Utami U. B. L. dan Irawati U. 2012. Aplikasi Arang Akif Cangkang Kelapa Sawit Terlapis Kitosan sebagai Filter dalam Pengolahan Limbah Cair Sasirangan setelah Koagulasi dengan *Poly Aluminium Chloride*. *Jurnal Teknologi dan Industri*. vol. 2, no. 1, p. 9–18, Juli 2012.
- [5] Priadie B. 2017. Potensi IPAL Skala Individu untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Batik di Pekalongan. *Dinamika Penelitian Industri*, vol. 28, no. 1, p. 42-50, Juni 2017.
- [6] Rashidi H.R., Sulaiman N.M.N., Hashim N.A., Hassan C.R.C. 2013. Synthetic Batik Wastewater Pretreatment Progress by Using Physical Treatment. *Advanced Material Research*, vol. 627, p. 394-398.
- [7] Suprihatin H. 2014. Kandungan Organik Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoarjo dan Alternatif Pengolahannya. *Jurnal Kajian Lingkungan*, vol. 2, no. 2, p. 130-138, Juli 2014.