

PENURUNAN COD, TDS, TSS, WARNA PADA LIMBAH BATIK DENGAN BERBAGAI JENIS KOAGULAN

Nur Ismi Nilasari ¹⁾*, Sekar Nira Wulandari ²⁾, Susilowati ³⁾

¹⁾ Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, nurisminilasari@gmail.com

²⁾ Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, sekarnra@gmail.com

³⁾ Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, zuzisukasno@gmail.com

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60249 Telepon (031) 8782179, Faks (031) 8782257

*Nur Ismi Nilasari: Email: nurisminilasari@gmail.com

Abstrak

Batik merupakan kekayaan seni budaya yang dimiliki Indonesia, yang telah diakui oleh dunia internasional menjadi ikon warisan Indonesia. Dengan adanya ikon ini, secara tidak langsung, maka di Indonesia banyak perusahaan batik yang memproduksi kain batik dengan berbagai motif dan corak yang bagus. Dengan banyak produk kain batik yang dibuat dari perusahaan batik, maka banyak juga limbah yang dihasilkan dari proses pembuatannya. Industri batik dapat menghasilkan limbah cair yang sangat berbahaya bagi lingkungan akibat penggunaan bahan kimia seperti zat warna dan naftol dalam prosesnya sehingga menghasilkan warna pekat, Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS), dan Total Dissolved Solid (TDS) yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh jenis koagulan dan waktu pengadukan flokulasi yang terbaik terhadap penurunan COD, TDS, TSS dan warna limbah batik. Kondisi yang dijalankan yaitu waktu pengadukan flokulasi (5, 10, 15, 20, 25 menit) dan jenis koagulan ($FeSO_4$, $FeCl_3$ dan biji asam jawa). Dari hasil penelitian didapatkan waktu terbaik untuk penurunan COD dan TSS yaitu 5 menit, penurunan TDS 10 menit dan penurunan warna 25 menit dengan jenis koagulan terbaik adalah $FeCl_3$.

Kata kunci: COD; koagulan; limbah batik; TDS; TSS; Warna

REDUCTION OF COD, TDS, TSS, COLORS IN BATIK WASTE WITH A VARIETY OF COAGULANTS

Abstract

Batik is a wealth of cultural arts owned by Indonesia, which has been recognized by the international world to be an icon of Indonesian heritages. With this icon, indirectly, in Indonesia, many batik companies produce batik fabric with various good motifs and patterns. With a lot of batik fabric products made from batik companies, more waste is also generated from the manufacturing process. The batik industry can produce liquid waste that is very dangerous for the environment due to the use of chemicals such as dyes and naphthol in the process so as to produce concentrated colors, Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS), and high Total Dissolved Solid (TDS). The purpose of this study is to determine the effect of the best type of coagulant and flocculation stirring time on the reduction in COD, TDS, TSS and batik waste color. The conditions carried out were flocculation stirring time (5, 10, 15, 20, 25 minutes) and the type of coagulant ($FeSO_4$, $FeCl_3$ and tamarind seeds). The results showed that the best time for COD and TSS reduction was 5 minutes, 10 minutes TDS reduction and 25 minutes color reduction with the best type of coagulant was $FeCl_3$.

Key words: COD; coagulant; batik waste; TDS; TSS; colors

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk ke dalam salah satu negara industri di dunia yang berkembang. Seiring dengan meningkatnya aktivitas produksi, limbah yang dihasilkan juga akan semakin bertambah. Air limbah adalah air yang telah digunakan manusia dalam berbagai aktivitasnya. Air limbah tersebut dapat berasal dari aktivitas rumah tangga, perkantoran, pertokoan, fasilitas umum, industri maupun dari tempat-tempat lain. Atau, air limbah adalah air bekas yang tidak terpakai yang dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia dalam memanfaatkan air bersih (Supriyatno, 2000). Salah satu industri penghasil limbah cair yang banyak di Indonesia adalah industri batik. Industri batik dan tekstil merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan. Selain kandungan zat warnanya tinggi, limbah industri batik dan tekstil juga mengandung bahan-bahan sintetik yang sukar larut atau sukar diuraikan (Suprihatin, 2014). Industri batik dapat menghasilkan limbah cair yang sangat berbahaya bagi lingkungan akibat penggunaan bahan kimia seperti zat warna dan naftol dalam prosesnya sehingga menghasilkan warna pekat, Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS), dan Total Dissolved Solid (TDS) yang tinggi. Buruknya kandungan yang terdapat pada limbah batik, mengharuskan perlunya dilakukan proses pengolahan sebelum limbah dibuang ke perairan.

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 baku mutu air limbah bagi kawasan industri untuk parameter COD : 100 mg/l, BOD : 50 mg/l, TSS : 200 mg/l, TDS : 2000 mg/l, dan pH : 6,0-9,0. Karakteristik air limbah industri batik dapat digolongkan menjadi dua bagian, yaitu karakteristik fisik yang meliputi warna, bau, suhu, dan padatan. Warna disebabkan adanya partikel terlarut *dissolved*, tersuspensi *suspended*, dan senyawa-senyawa koloidal. Suhu dapat mempengaruhi kadar *Dissolved Oxygen* (DO) dalam air. Padatan yang terdapat di dalam air limbah dapat diklasifikasikan menjadi *floating*, *settleable*,

suspended atau *dissolved*, berbau menyengat, dan kontaminan akan membuat air menjadi keruh. Adanya indikator-indikator tersebut cukup menunjukkan bahwa tingkat pencemaran yang terjadi cukup tinggi. Karakteristik yang kedua adalah karakteristik kimia yang meliputi pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Dissolved Oxygen* (DO). COD merupakan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi. Nilai COD yang semakin tinggi menunjukkan bahwa semakin buruk kualitas air tersebut. DO merupakan ukuran banyaknya kandungan oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen terlarut ini merupakan hal yang paling penting untuk kelangsungan hidup biota air. Kematian biota air karena menurunnya kandungan oksigen dalam air dapat merupakan salah satu indikator tercemarnya air (Apriyani, 2018). Buruknya kandungan yang terdapat pada limbah batik, mengharuskan perlunya dilakukan proses pengolahan sebelum limbah dibuang ke perairan. Salah satu metode pengolahan limbah yang baik yaitu pengolahan limbah menggunakan metode koagulasi-flokulasi atau secara kimia. Koagulasi merupakan proses pengolahan air limbah dengan mendestabilisasikan partikel koloid, sedangkan flokulasi merupakan proses lanjutan koagulasi di mana partikel yang terdestabilisasi akan membentuk partikel yang lebih besar. Pada proses koagulasi flokulasi diperlukan penambahan suatu zat yang membantu proses pengendapan partikel yang disebut sebagai koagulan (Martina et al., 2018). Koagulan ditambahkan untuk menetralkan keadaan atau mengurangi partikel kecil yang tercampur dalam air melalui pengendapan. Prinsip kerja koagulan adalah untuk mendestabilisasi partikel tersuspensi (koloid) dan memperbesar laju pembentukan flok (Wardani & R, 2015).

Pada penelitian ini proses koagulasi ditambahkan koagulan untuk membentuk mikroflok atau penggumpalan partikel dengan pengadukan cepat, flokulasi untuk membentuk mikroflok menjadi makroflok dengan pengadukan lambat. Koagulan yang digunakan pada penelitian ini yaitu koagulan kimia berupa

FeCl_3 yang merupakan jenis koagulan yang cocok untuk limbah yang memiliki kadar warna yang tinggi seperti limbah cair batik serta koagulan FeSO_4 yang merupakan koagulan yang dapat menetralkan muatan sehingga partikel dalam air limbah akan terdispersi dengan mudah. Penelitian ini juga melakukan pemanfaatan biokoagulan biji asam jawa yang sudah tidak terpakai. Biji Asam Jawa merupakan jenis koagulan alami yang memiliki kandungan tanin, pati dan protein yang dapat berperan sebagai polielektrolit yaitu dapat mempermudah terbentuknya flok. Dalam rangka mengetahui pengaruh jenis koagulan dan waktu pengadukan flokulasi yang tepat terhadap penurunan COD, TDS, TSS dan warna pada pengolahan limbah batik, maka dilakukan penelitian ini.

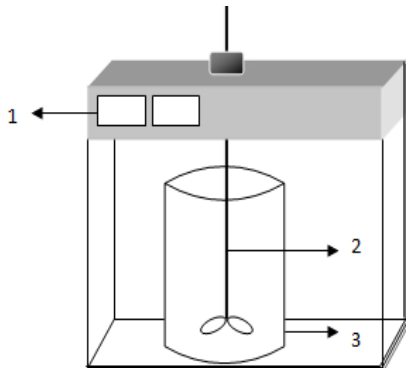
METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan penelitian utama yang digunakan yaitu limbah batik yang didapat dari Kampung Batik Jetis Sidoarjo. Koagulan yang digunakan adalah FeSO_4 , FeCl_3 yang didapat dari Sumber Ilmiah Persada Klampis Surabaya serta biji asam jawa dan aquadest.

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *flocculator* atau alat *jar test* yang terdapat pada laboratorium riset limbah Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.



Keterangan :

1. Tombol pengatur kecepatan dan waktu pengadukan
2. Batang pengaduk
3. Beaker glass

Koagulan dan Prosesnya

FeSO_4 dan FeCl_3 didapatkan dari Toko Bahan Kimia Klampis Aji Surabaya berupa padatan kecil. Biji asam jawa yang digunakan adalah biji asam jawa yang sudah matang atau tua. Melakukan pencucian pada biji asam jawa dengan menggunakan aquadest dan aduk. Meringkakan biji asam jawa yang sudah dicuci dibawah sinar matahari hingga kering. Biji asam jawa kemudian ditumbuk sampai halus. Biji asam jawa diayak dengan menggunakan ayakan berukuran 100 mesh. Melakukan pengeringan dengan menggunakan oven pada suhu 100°C selama 30 menit untuk memastikan biji asam jawa telah kering.

Proses Pengolahan Limbah dengan Metode Koagulasi Flokulasi

Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian. Melakukan pengenceran terhadap limbah cair batik. Analisa awal limbah batik untuk mengetahui kadar COD, TDS, TSS dan warna sebelum dilakukan penelitian. Masukkan 1000 ml limbah cair batik ke dalam beaker glass 2000 ml dan tambahkan koagulan dalam bentuk larutan. Melakukan pengadukan sesuai dengan variabel waktu dan kecepatan pengadukan yang telah ditetapkan. Diamkan sampai terbentuk endapan, kemudian dilakukan filtrasi untuk memisahkan filtrat dan endapan dengan menggunakan kertas saring whatman. Endapan dibuang dan diambil filtrat dan dianalisa untuk mendapatkan kadar COD, TDS, TSS dan warna. Mengulangi percobaan yang sama dengan jenis koagulan yang berbeda.

Penurunan Kadar COD, TDS, TSS dan Warna

Penurunan kadar COD, TDS, TSS dan Warna dalam Limbah Batik dinyatakan dalam

bentuk presentase dengan rumus efisiensi sebagai berikut :

$$Ef = \frac{(Co - Ci)}{Co} \times 100\%$$

Keterangan :

Ef : Presentase penurunan parameter (%)

Co : Kadar parameter sebelum diberikan perlakuan

Ci : Kadar parameter sesudah diberikan perlakuan

(Wicheisa et al., 2018)

Karakteristik Limbah Cair Batik

Proses pengolahan air limbah batik yang memiliki kadar COD, TDS, TSS dan Warna yang tinggi menjadi air limbah yang aman dibuang ke lingkungan dapat dilakukan dengan penambahan koagulan. Koagulan yang digunakan terdiri dari 2 jenis, yaitu koagulan alami dan koagulan kimia. Koagulan alami yang dipakai dalam penelitian ini adalah Biji Asam Jawa, dan koagulan kimia yang dipakai adalah $FeSO_4$ dan $FeCl_3$. Dalam penelitian ini sampel air limbah yang digunakan adalah air limbah batik Jetis Sidoarjo. Sampel air limbah batik diambil pada tanggal 12 Januari 2020. Air limbah batik Jetis Sidoarjo memiliki 2 jenis limbah yaitu limbah garam dan limbah naphthol. Karakteristik limbah garam yaitu berwarna hitam, tidak berbau, bertekstur cair dan sedikit pekat. Sedangkan karakteristik limbah naphthol berwarna merah, tidak berbau, bertekstur cair dan sedikit pekat.

Uji Analisa Awal Limbah Cair Batik

Pada penelitian dilakukan pencampuran terhadap limbah batik garam dan limbah batik naphthol serta aquadest dengan ratio 1:1:1 dengan volume 500 ml. Sebelum perlakuan dilakukan uji analisa awal untuk mengetahui kandungan yang terdapat pada limbah bati yaitu kadar COD, TDS, TSS dan Warna. Kegiatan analisa dilakukan di Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Baristand Industri Surabaya. Hasil uji analisa awal kandungan COD, TDS, TSS dan Warna dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Awal Limbah Cair Batik Sebelum Perlakuan

Parameter	Hasil Analisa (mg/L)
COD	4136.3
TDS	9150
TSS	1038
WARNA (PtCo)	7310

Sumber : Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya (2020)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan Analisa awal terhadap limbah cair batik, selanjutnya dilakukan proses penambahan koagulan dan proses pengadukan dengan proses koagulasi flokulasi

Pengaruh Jenis Koagulan dan Waktu Pengadukan Terhadap Kadar COD, TDS, TSS dan Warna Limbah Cair Batik

Proses koagulasi yaitu ditambahkan koagulan untuk membentuk mikroflok atau penggumpalan partikel dengan pengadukan cepat, flokulasi untuk membentuk mikroflok menjadi makroflok dengan pengadukan lambat. Koagulan adalah bahan kimia yang dibutuhkan air untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tak dapat mengendap dengan sendirinya. Koagulan kimia lebih efektif dari koagulan alami akan tetapi koagulan kimia dalam dosis yang tinggi dapat menyebabkan endapan yang sulit untuk ditangani, sehingga koagulan alami adalah salah satu alternatif yang dapat dijadikan sebagai pengganti koagulan kimia. (Coniwanti et al., 2013). Ferro sulfat selain berfungsi sebagai koagulan juga bertindak sebagai pereduksi, yang selanjutnya pada pH tertentu ion akan terendapkan atau mengendap sebagai hidroksidanya (Hariani et al., 2009). $FeCl_3$ digunakan sebagai koagulan karena sifatnya yang akan mengion di dalam air menjadi kation (Wirandani, 2017). Biji asam jawa dapat

digunakan sebagai koagulan pada proses koagulasi karena pertimbangan kandungan tannin dalam biji tersebut serta polimer alami seperti pati berfungsi sebagai flokulan (Poerwanto et al., 2015). Kemampuan biji asam jawa sebagai biokoagulan diakibatkan kandungan proteinnya yang cukup tinggi yang dapat berperan sebagai polielektrolit alami (Hendrawati et al., 2013). Hasil analisa limbah batik setelah diberi penambahan koagulan dan proses pengadukan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Analisa Limbah Batik Setelah Perlakuan dengan Menggunakan Koagulan FeSO₄ (mg/L)

Parameter	Waktu Pengadukan (menit)				
	5	10	15	20	25
COD	1404.3	1264	1327.8	1238.5	1264
TDS	6676	8072	4620	5208	1326
TSS	40	272	120	172	180
Warna (PtCo)	1180	310	1150	740	760

Sumber : Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya (2020)

Berdasarkan tabel 2 terlihat bahwa hasil analisa kandungan COD, TDS, TSS dan Warna limbah cair batik dengan menggunakan koagulan FeSO₄. Hasil Analisa kandungan terendah dengan Parameter COD sebesar 1238.5 mg/L pada waktu pengadukan 20 menit. Parameter TDS hasil analisa sebesar 1326 mg/L pada waktu pengadukan 25 menit. Parameter TSS hasil analisa sebesar 40 mg/L pada waktu pengadukan 5 menit. Sedangkan untuk Parameter Warna hasil analisa sebesar 310 PtCo pada waktu pengadukan 10 menit.

Tabel 3. Hasil Analisa Limbah Batik Setelah Perlakuan dengan Menggunakan Koagulan FeCl₃ (mg/L)

Parameter	Waktu Pengadukan (menit)				
	5	10	15	20	25
COD	500.1	726.1	811	826.6	734.3
TDS	7534	7033	7824	7924	7368
TSS	10	<1	32	4	<1
Warna (PtCo)	304	2040	190	330	10

Sumber : Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya (2020)

Berdasarkan tabel 3 terlihat bahwa hasil analisa kandungan COD, TDS, TSS dan Warna limbah cair batik dengan menggunakan koagulan FeCl₃. Hasil Analisa kandungan terendah dengan Parameter COD sebesar 500,1 mg/L pada waktu pengadukan 5 menit. Parameter TDS hasil analisa sebesar 7033 mg/L pada waktu pengadukan 10 menit. Parameter TSS hasil analisa sebesar <1 mg/L pada waktu pengadukan 10 dan 25 menit. Sedangkan untuk Parameter Warna hasil analisa sebesar 10 PtCo pada waktu pengadukan 25 menit.

Tabel 4. Hasil Analisa Limbah Batik Setelah Perlakuan dengan Menggunakan Koagulan Biji Asam Jawa (mg/L)

Parameter	Waktu Pengadukan (menit)				
	5	10	15	20	25
COD	2577.8	2526.8	2577.8	2501.3	2514
TDS	7970	6598	4558	4150	7839
TSS	185	75	100	125	180
Warna (PtCo)	2409	2245	2603	2618	2693

Sumber : Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya (2020)

Berdasarkan tabel 4 terlihat bahwa hasil analisa kandungan COD, TDS, TSS dan Warna limbah cair batik dengan menggunakan koagulan Biji Asam Jawa. Hasil Analisa

dengan Parameter COD sebesar 2501,3 mg/L pada waktu pengadukan 20 menit. Parameter TDS hasil analisa sebesar 4150 mg/L pada waktu pengadukan 20 menit. Parameter TSS hasil analisa sebesar 75 mg/L pada waktu pengadukan 10 menit. Sedangkan untuk Parameter Warna hasil analisa sebesar 2245 PtCo pada waktu pengadukan 10 menit.

Pengaruh Jenis Koagulan dan Waktu Pengadukan Terhadap Persen Penurunan

Pada proses pengolahan limbah cair batik menggunakan koagulan FeSO_4 , waktu pengadukan lambat (flokulasi) yang optimum tercapai dengan pertumbuhan flok sudah mencapai titik maksimalnya yaitu saat ukuran partikel sudah maksimum dan cukup untuk mengendap. Hal ini sesuai dengan literature bahwa waktu pengadukan optimum tercapai apabila pertumbuhan flok sudah maksimum. Pada parameter COD didapatkan waktu pengadukan optimum pada menit ke 20 dengan presentase penurunan 70%. Pada parameter TDS didapatkan waktu pengadukan optimum pada menit ke 25 dengan presentase penurunan 86%. Pada parameter TSS didapatkan waktu pengadukan optimum pada menit ke 5 dengan presentase penurunan 96%. Sedangkan pada parameter Warna didapatkan waktu pengadukan optimum pada menit ke 10 dengan presentase penurunan 96%.

Pada proses pengolahan limbah cair batik menggunakan koagulan FeCl_3 , waktu pengadukan lambat (flokulasi) yang optimum tercapai dengan pertumbuhan flok sudah mencapai titik maksimalnya yaitu saat ukuran partikel sudah maksimum dan cukup untuk mengendap. Hal ini sesuai dengan literature bahwa waktu pengadukan optimum tercapai apabila pertumbuhan flok sudah maksimum. Pada parameter COD didapatkan waktu pengadukan optimum pada menit ke 5 yaitu 88%. Pada parameter TDS didapatkan waktu pengadukan optimum pada menit ke 10 dengan presentase penurunan 23%. Pada parameter TSS didapatkan waktu pengadukan optimum pada menit ke 10 dan 25 dengan presentase

penurunan 99,9%. Sedangkan pada parameter Warna didapatkan waktu pengadukan optimum pada menit ke 25 dengan presentase penurunan 99,9%.

Pada proses pengolahan limbah cair batik menggunakan koagulan biji asam jawa, waktu pengadukan lambat (flokulasi) yang optimum tercapai dengan pertumbuhan flok sudah mencapai titik maksimalnya yaitu saat ukuran partikel sudah maksimum dan cukup untuk mengendap. Hal ini sesuai dengan literature bahwa waktu pengadukan optimum tercapai apabila pertumbuhan flok sudah maksimum. Pada parameter COD didapatkan waktu pengadukan optimum pada menit ke 20 dengan presentase penurunan 40%. Pada parameter TDS didapatkan waktu pengadukan optimum pada menit ke 20 dengan presentase penurunan 55%. Pada parameter TSS didapatkan waktu pengadukan optimum pada menit ke 10 dengan presentase penurunan 93%. Sedangkan pada parameter Warna didapatkan waktu pengadukan optimum pada menit ke 10 dengan presentase penurunan 69%.

PEMBAHASAN

Setelah penambahan koagulan kimia FeSO_4 dan FeCl_3 Limbah Batik Jetis Sidorajo berubah menjadi warna merah tua dan memiliki aroma seperti lilin yang digunakan dalam proses pembuatan batik. Untuk koagulan alami Biji Asam Jawa berubah menjadi warna merah kecoklatan berasal dari warna biji asam jawa yang memiliki kandungan tannin yang telah dihaluskan kemudian dicampur ke dalam limbah batik, aroma yang dihasilkan yaitu lilin yang digunakan dalam proses pembuatan batik dan sedikit aroma biji asam jawa.

Dari hasil tersebut, dapat dilihat bahwa faktor yang mempengaruhi laju penurunan kadar COD, TDS, TSS dan Warna adalah waktu pengadukan dan pembentukan flok atau pengendapan. Jika waktu pengadukan semakin lama maka akan menyebabkan flok-flok yang terbentuk akan mudah pecah. Namun, jika waktu pengadukan terlalu cepat maka akan menyebabkan flok yang terbentuk tidak

maksimum seperti ukuran yang kecil dan jumlah yang sedikit. Waktu pengadukan flokulasi atau pengadukan lambat yang optimum tercapai apabila pertumbuhan flok sudah mencapai titik maksimalnya yaitu saat ukuran dan jumlah partikel sudah maksimum sehingga cukup untuk mengendap. Serta, warna fisik yang dihasilkan limbah batik jetis sidoarjo setelah penambahan koagulan dan pengadukan yaitu berwarna merah tua dan merah kecoklatan, hal tersebut masih memiliki kesamaan dengan warna asli Limbah Batik Jetis Sidoarjo.

SIMPULAN

Hasil analisa dari ketiga koagulan, menunjukkan bahwa :

1. Dari ketiga jenis koagulan yang digunakan, diantara koagulan alami dan koagulan kimia. Koagulan kimia yang paling efektif dalam menurunkan kadar COD, TDS, TSS dan Warna pada Limbah Batik Jetis Sidoarjo.
2. Koagulan FeCl_3 efektif dalam menurunkan kadar COD, TSS dan Warna pada Limbah Batik Jetis Sidoarjo. Koagulan FeSO_4 efektif dalam menurunkan kadar TDS pada Limbah Batik Jetis Sidoarjo.
3. Waktu pengadukan optimum koagulan FeCl_3 pada penurunan COD yaitu 5 menit, penurunan TSS yaitu 10 menit, penurunan Warna yaitu 15 menit. Waktu pengadukan optimum koagulan FeSO_4 pada penurunan TDS yaitu 25 menit.
4. Persen penurunan terbesar koagulan FeSO_4 pada parameter COD sebesar 70%, TDS sebesar 86%, TSS sebesar 96% dan Warna sebesar 96%. Koagulan FeCl_3 pada parameter COD sebesar 88%, TDS sebesar 23%, TSS sebesar 99,9% dan Warna sebesar 99,9%. Koagulan Biji Asam Jawa pada parameter COD sebesar 40%, TDS sebesar 55%, TSS sebesar 93% dan Warna sebesar 69%.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk membandingkan pengaruh dosis dalam

koagulan alami dan koagulan kimia, serta melakukan pengoptimalan waktu pengendapan (sedimentasi) setelah pengadukan lambat (flokulasi).

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada Laboratorium Limbah UPN "Veteran" Jawa Timur dan Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Baristand Industri Surabaya, yang telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyani, N. (2018). Industri batik: kandungan limbah cair dan metode pengolahannya. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan (MITL)*, 3(1), 21–29.
- Coniwanti, P., Mertha, I. D., & Eprianie, D. (2013). Pengaruh Beberapa Jenis Koagulan terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dalam Tinjauannya terhadap Turbidity, TSS dan COD. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(3).
- Hariani, P. L., Hidayati, N., & Oktaria, M. (2009). Penurunan konsentrasi Cr (VI) dalam air dengan koagulan FeSO_4 . *Jurnal Penelitian Sains*, 12(2).
- Hendrawati, H., Syamsumarsih, D., & Nurhasni, N. (2013). Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) Sebagai Koagulan Alami Dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. *Jurnal Kimia Valensi*, 3(1).
- Martina, A., Effendy, D. S., & Soetedjo, J. N. M. (2018). *Aplikasi Koagulan Biji Asam Jawa dalam Penurunan Konsentrasi Zat Warna Drimaren Red pada Limbah Tekstil Sintetik pada Berbagai Variasi Operasi*.
- Poerwanto, D. D., Hadisantoso, E. P., & Isnaini, S. (2015). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Koagulan Alami Dalam Pengolahan Limbah Cair

Industri Farmasi. *Al-Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 2(1), 24–29.

Suprihatin, H. (2014). Kandungan organik limbah cair industri batik Jetis Sidoarjo dan alternatif pengolahannya. *Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau*, 130–138.

Supriyatno, B. (2000). Pengelolaan air limbah yang berwawasan lingkungan suatu strategi dan langkah penanganannya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(1).

Wardani, F. A., & R, T. A. (2015). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Pengolahan Air Sungai. *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 85–91.

Wicheisa, F. V., Darundiati, Y. H., & Dewanti, N. A. Y. (2018). Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Limbah Cair Laundry Orens Tembalang Dengan Berbagai Variasi Dosis Karbon Aktif Tempurung Kelapa. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 6(6), 135–142.

Wirandani, M. Y., Sudarno, S., & Purwono, P. (2017). *Pengolahan Lindi Menggunakan Metode Koagulasi Flokulasi Dengan Koagulan Fecl₃ (Ferric Chloride) Dan Aops (Advanced Oxidation Process) Dengan Fe-h₂o₂ Studi Kasus: Tpa Jatibarang*. Diponegoro University.