

KEMAMPUAN TAWAS DAN SERBUK BIJI ASAM JAWA (*Tamarindusindica*) UNTUK MENURUNKAN KADAR COD (*Chemical Oxygen Demand*) PADA LIMBAH CAIR LAUNDRY

Galuh Candra Dewi^{*)}, Tri Joko^{**)}, Yusniar Hanani D^{**)}

^{*)}Mahasiswa Peminatan Kesehatan Lingkungan FKM UNDIP

^{**)}Dosen Bagian Kesehatan Lingkungan FKM UNDIP

e-mail: Galuh.cd@gmail.com

ABSTRACT

Laundry wastewater contains varying levels of suspended solids, salts, nutrients, organic matter and pathogens that arise from clothes, detergent and fabric softener. The content of organic matter (COD) caused decline amount of oxygen in the water and affected to aquatic biota. One of waste water treatment that can be done is by coagulation flocculation. The purpose of this research was to know the ability of coagulant alum and tamarind seeds powder with a variety of doses to reduce levels of COD. This experiment was true experimental research by pretest posttest with control group design. Total sample as much as 36 samples i.e. 30 sample treatment and 6 control. The result of Two Way Anova test with a significant p -value < 0.05 indicated that variation dose ($p = 0,036$) gave the difference in levels of COD while the type of coagulant ($p = 0,669$) had no difference levels of COD. The average of COD levels before treatment was 292,95 mg/l, 529,18 mg/l and 460,52 mg/l. The optimum dose coagulant on alum and tamarind seeds powder was 2.5 grams, respectively the levels of COD became 193,0 mg/l and 188,72 mg/l. Meanwhile, the average percentage of COD level reduction with the addition alum was 55,05% while tamarind seed powder was 54,21%. The ability of alum and tamarind seed powder was not effective yet to reduce COD levels because the result were still above the standard quality based on Perda Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012. Therefore, need advance treatment to handle waste water.

Keywords: Laundry, Chemical Oxygen Demand (COD), Alum, Tamarind Seed Powder

PENDAHULUAN

Laundry adalah salah satu usaha yang telah berkembang menjadi kegiatan bisnis yang bergerak di bidang jasa pencucian pakaian.^{1,2,3} Kegiatan laundry menggunakan deterjen sebagai bahan pembantu untuk membersihkan pakaian, karpet, dan alat-alat rumah tangga lainnya. Deterjen adalah campuran dari beberapa bahan kimia, yakni surfaktan (*surface active agent*), bahan pengawet busa yang dikenal sebagai *builder*, bahan pemutih atau bahan pengelantang, bahan pewarna, bahan pengisi, dan bahan-bahan yang dapat menghalangi kotoran masuk lagi

ke dalam barang-barang yang sudah dibersihkan.⁴ Jenis surfaktan yang biasa digunakan dalam deterjen adalah *Alkyl Benzene Sulfonate (ABS)* yang bersifat resisten terhadap dekomposisi biologis dan *Linier Alkyl Sulfonate (LAS)* yang dapat diuraikan secara biologis.⁵

Air limbah laundry mengandung berbagai macam zat padatan terlarut, garam, nutrien, zat organik dan patogen yang timbul dari pakaian, deterjen, dan pelembut pakaian.⁶ Banyaknya bahan organik yang terkandung dalam air limbah dapat dilihat dari parameter air yaitu

kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD). COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair dengan memanfaatkan oksidator kalium dikromat sebagai sumber oksigen.^{7,8} Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses biologis dan dapat menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air.⁷ Kondisi tersebut mempengaruhi kehidupan biota pada badan air terutama biota yang hidupnya tergantung pada oksigen terlarut di air.

Saat ini, *laundry* skala rumahan membuang limbahnya masuk kedalam saluran selokan tanpa adanya pengolahan. Hal tersebut akan berdampak pada kualitas lingkungan sekitar. Untuk mengurangi pencemaran lingkungan, maka perlu dilakukan sebuah pengolahan air limbah sebelum dibuang ke badan air yaitu salah satunya menggunakan metode koagulasi flokulasi.

Koagulasi flokulasi merupakan satu rangkaian proses pengolahan air limbah yang digunakan untuk menghilangkan pertikel-partikel yang ada didalamnya. Pada proses koagulasi terjadi destabilisasi koloid dan partikel dalam air sebagai akibat dari pengadukan cepat dan pembubuhan bahan kimia (disebut koagulan). Koagulan digunakan untuk memudahkan penyisihannya saat sedimentasi. Sekitar 80-90 % total padatan terlarut, 40-70% BOD₅, 30-60 % COD, dan 80-90% bakteri dapat disisihkan dengan pengendapan kimiawi.⁹

Tawas adalah koagulan yang mudah didapatkan di pasaran bebas dan sering digunakan dalam proses pengolahan air. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tawas dapat menurunkan kadar COD limbah *laundry* sebesar 63,79 %.¹⁰ pada limbah batik dapat menurunkan kadar COD sebesar 69,43 %.¹¹ dan pada limbah pabrik

sarung tangan karet dapat menurunkan kadar COD sebesar 41-62%.¹²

Jenis lain dari koagulan sintetik adalah adanya jenis koagulan alami. Koagulan alami memanfaatkan bahan-bahan yang tersedia di alam. Hal tersebut memperkaya keragaman tanaman yang berpotensi sebagai alternatif koagulan sintetik seperti penggunaan biji asam jawa. Biji asam jawa mengandung protein yang cukup tinggi. Protein yang terkandung dalam biji asam jawa inilah yang diharapkan dapat berperan sebagai polielektrolit alami yang kegunaannya mirip dengan koagulan sintetik.¹³ Ekstrak biji asam jawa juga mengandung polisakarida alami yang tersusun atas *D-galactose*, *D-glucose* dan *D-xylose* yang merupakan flokulan alami. Flokulan alami terutama polisakarida, lebih ramah lingkungan bila dibandingkan dengan koagulan organik dan anorganik.¹⁴ Pemanfaatan biji asam jawa pada limbah industri tempe dapat menurunkan kadar COD sebesar 81,72%.¹⁵ pada industri tahu dapat menurunkan kadar COD sebesar 64,56%.¹⁶ dan pada industri penyamakan kulit dapat menurunkan kadar COD sebesar 92,62%.¹⁷

Proses koagulasi flokulasi sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya yaitu jenis koagulan dan dosis. Banyaknya jumlah dosis dan jenis koagulan dapat berpengaruh pada kualitas parameter air limbah yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tawas dan serbuk biji asam jawa dengan berbagai variasi dosis dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair *laundry*.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan metode eksperimen sesungguhnya (*true experimental research*) yang digunakan untuk menganalisis perbedaan penurunan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah cair

laundry antara sebelum dan sesudah pemberian tawas dan serbuk biji asam jawa berdasarkan variasi dosis sebesar 0,5 gr/l, 1,0 gr/l, 1,5 gr/l, 2,0 gr/l, 2,5 gr/l. Rancangan yang digunakan adalah *Pretest-Posttest with Control Group*.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh air limbah *laundry* yang berada di *laundryCling*. Sementara itu, sampel diambil dari satu proses mesin cuci *laundry* sebanyak ± 20 liter. Total sampel adalah sebanyak 30 sampel + 6 kontrol = 36 sampel dengan waktu pengambilan sampel pada pukul 09.00 WIB. Prosedur penelitian dilakukan sebagai berikut:

1. Persiapan
 - a. Tawas ditimbang sebanyak 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 gr kemudian dilarutkan dalam 100 ml aquades.
 - b. Biji asam jawa yang digunakan untuk penelitian dijemur selama 1 hari hingga biji asam jawa bisa dikuliti. Penjemuran ini dilakukan untuk memudahkan ketika biji asam jawa ditumbuk.
 - c. Biji asam jawa dikuliti dan ditumbuk.
 - d. Biji asam jawa yang hancur menjadi serbuk kasar diayak 100 mesh.
 - e. Serbuk biji asam jawa di-oven pada suhu 105°C selama 2 jam untuk menghomogenkan dan menurunkan kadar airnya.
 - f. Biji asam jawa dilarutkan dengan konsentrasi sesuai dosis yang dipakai dalam penelitian (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 gr/l) dengan penambahan 100 ml aquadest.
2. Koagulasi dan flokulasi
 - a. Sebanyak 1000 ml air dimasukkan ke dalam *beaker glass*.
 - b. Ditambahkan tawas dan serbuk biji asam jawa dengan dosis 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 gr/l yang sudah dilarutkan ke dalam 100 ml aquades.
 - c. Diputar/distirer dengan kecepatan 100 rpm selama 1 menit,

- kemudian kecepatan diturunkan menjadi 20 rpm selama 15 menit.
- d. Diamkan selama 60 menit tanpa pengadukan.

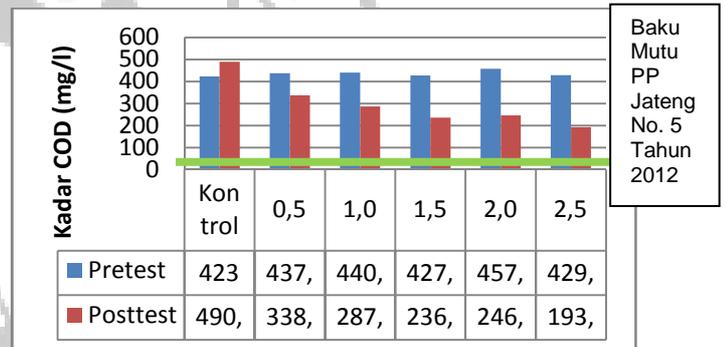
3. Pengukuran COD

Pengukuran COD menggunakan refluks tertutup secara spektrofotometri.

Analisis statistik dilakukan untuk mengetahui perbedaan variasi dosis terhadap penurunan kadar *Chemical Oxygen Demand (COD)* limbah cair *laundry* sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan uji *Two Way Anova*.

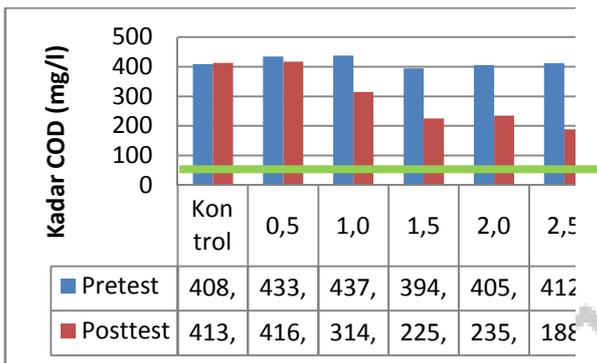
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengolahan Limbah Laundry dengan Flokulasi dan Koagulasi



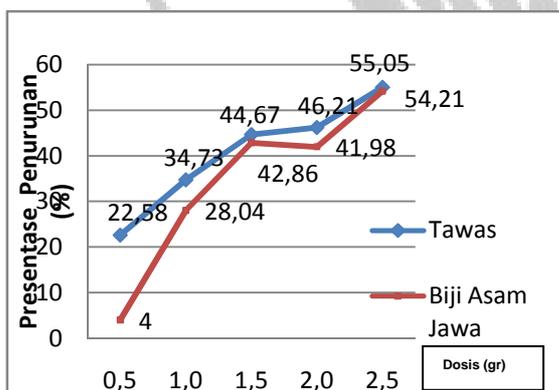
Gambar 1. Rata-rata Kadar COD Air Limbah Sebelum dan Sesudah Penambahan Koagulan Tawas

Berdasarkan gambar 1 dapat diketahui bahwa rata-rata kadar COD sebelum pemberian tawas pada setiap variasi dosis memiliki nilai diatas 400 mg/l dan memiliki kecenderungan yang tidak menurun. Sementara itu, pada rata-rata kadar COD sesudah pemberian tawas pada variasi dosis terlihat ada kecenderungan menurun. Rata-rata kadar COD terendah dapat terlihat pada dosis 2,5 gram yaitu sebesar 193,06 mg/l. Akan tetapi, rata-rata kadar COD sebelum dan sesudah pemberian tawas pada variasi dosis masih melebihi baku mutu yang ditetapkan.



Gambar 2. Rata-rata Kadar COD Air Limbah Sebelum dan Sesudah Penambahan Koagulan Serbuk Biji Asam Jawa

Berdasarkan gambar 2 dapat diketahui bahwa rata-rata kadar COD sebelum pemberian serbuk biji asam jawa pada variasi dosis 0,5 gram, 1 gram, 2 gram dan 2,5 gram memiliki nilai diatas 400 mg/l. Namun, pada dosis 1,5 gram memiliki nilai sebesar 394,79 gram. Sementara itu, pada rata-rata kadar COD sesudah pemberian tawas pada variasi dosis terlihat ada kecenderungan menurun. Rata-rata kadar COD terendah dapat terlihat pada dosis 2,5 gram yaitu sebesar 188,72 mg/l. Akan tetapi, rata-rata kadar COD sebelum dan sesudah pemberian serbuk biji asam jawa pada variasi dosis masih melebihi baku mutu yang ditetapkan.



Gambar 3. Perbandingan Rata-rata Efisiensi Penurunan Kadar COD pada Tawas dan Serbuk Biji Asam Jawa

Berdasarkan gambar 3 dapat diketahui bahwa efisiensi penurunan

kadar COD setelah penambahan koagulan tawas dan serbuk biji asam jawa memiliki peningkatan seiring dengan naiknya dosis koagulan. Efisiensi terbesar koagulan tawas maupun serbuk biji asam jawa berada pada dosis koagulan 2,5 gram yaitu masing-masing sebesar 55,05% dan 54,21%. Sementara itu, efisiensi terendah koagulan tawas maupun serbuk biji asam jawa terdapat pada dosis 0,5 gram yaitu masing-masing sebesar 22,58 % dan 4%. Terlihat pada grafik diatas bahwa koagulan yang memiliki efektivitas penurunan kadar COD tertinggi yaitu jenis koagulan tawas karena persentase penurunan kadar COD koagulan serbuk biji asam jawa masih dibawah koagulan tawas.

Tabel 1. Rata-rata Suhu dan pH Sebelum Sesudah Perlakuan dengan Koagulan Tawas

Parameter	Sebelum Perlakuan	Sesudah Perlakuan
Suhu (°C)	28,67	27,40
pH	7,33	5,77

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan bahwa baik suhu maupun pH air limbah antara sebelum dan sesudah perlakuan dengan koagulan tawas mengalami penurunan.

Tabel 2. Rata-rata Suhu dan pH Sebelum Sesudah Perlakuan dengan Koagulan Serbuk Biji Asam Jawa

Parameter	Sebelum Perlakuan	Sesudah Perlakuan
Suhu (°C)	28,67	27,40
pH	7,36	7,22

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa baik suhu maupun pH air limbah antara sebelum dan sesudah perlakuan dengan koagulan serbuk biji asam jawa mengalami penurunan.

Tabel 3. Hasil Analisis Statistik dengan Uji Two Way Anova

Hasil uji *two way anova* menunjukkan bahwa variabel dosis mempunyai nilai signifikan (*p-value*) sebesar 0,036 yang berarti ada perbedaan penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) antara sebelum dan sesudah pemberian tawas dan serbuk biji asam jawa berdasarkan pemberian variasi dosis (0,5 gr/l, 1,0 gr/l, 1,5 gr/l, 2,0 gr/l, 2,5 gr/l). Adanya perbedaan kadar COD disebabkan karena penambahan dosis akan merusak sistem koloid yang ada di dalam air limbah. Sistem koloid yang terdapat dalam air limbah sebagian besar partikelnya bermuatan negatif dan tidak stabil. Partikel-partikel tersebut distabilkan oleh muatan yang berlawanan pada permukaan yang menghasilkan gaya tarik-menarik antar partikel untuk membentuk agregat yang lebih besar sehingga viskositas sistem koloid juga akan semakin bertambah.¹² Sementara itu, variabel jenis koagulan mempunyai nilai signifikan (*p-value*) sebesar 0,669 yang berarti tidak ada perbedaan penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) antara sebelum dan sesudah pemberian tawas dan serbuk biji asam jawa. Tidak adanya perbedaan dari kedua jenis koagulan tersebut disebabkan karena keduanya memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar COD air limbah *laundryCling*.

2. Dosis Optimum Dalam Menurunkan Kadar COD Pada Penambahan Koagulan

Dosis dengan efisiensi terbesar, baik tawas maupun biji asam jawa adalah 2,5 gram. Semakin bertambahnya berat koagulan yang digunakan berarti konsentrasi koagulan dalam air limbah akan semakin tinggi. Dengan semakin tingginya konsentrasi koagulan menyebabkan nilai COD air limbah akan semakin menurun. Akan tetapi, dosis 2,5 gram belum mampu menurunkan kadar COD dibawah baku mutu menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun

2012 sebesar 100 mg/l.¹⁸ Koagulan dengan konsentrasi rendah belum mampu membentuk flok secara optimum. Hal ini dikarenakan konsentrasi koagulan yang sedikit tidak mampu menetralkan koloid yang terkandung di dalam limbah pada volume tertentu sehingga hanya sebagian koloid saja yang dapat dinetralkan dan membentuk flok, sedangkan filtrat limbah tersebut masih keruh yang dimungkinkan masih terdapat koloid dan padatan terlarut tersuspensi lainnya yang tidak dinetralkan dengan koagulan.¹⁹

Suhu dalam penelitian ini mengalami penurunan setelah proses koagulasi flokulasi. Dengan turunnya suhu, maka viskositas air semakin tinggi sehingga kecepatan flok untuk mengendap semakin turun. Penurunan suhu menyebabkan kecepatan reaksi berkurang sehingga flok lebih sukar mengendap. Oleh karena itu, pada penelitian ini kemungkinan ada flok yang belum semua dapat diendapkan sehingga adanya bahan organik yang terbawa saat pengujian sampel pada pemeriksaan COD. Hal tersebut dapat meningkatkan kadar COD pada sampel uji.

Kinerja dosis akan berjalan dengan baik apabila dosis tersebut dapat dicampurkan secara merata pada sampel air limbah. Untuk itu, diperlukan

Source	Type III Sum of Squares	Sig.
jeniskoagulan	1880.525	.669
dosis	126710.940	.036

kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan yang tepat. Kecepatan putaran pengadukan yang kurang akan menyebabkan koagulan untuk dapat terdispersi dengan baik sebaliknya apabila kecepatan pengadukan terlalu tinggi akan menyebabkan flok-flok yang mudah terbentuk akan terpecah kembali sehingga pengendapan tidak sempurna.²⁰ Sementara itu, waktu pengadukan juga perlu diperhatikan. Penelitian yang dilakukan Gary dan

Atiek (2013) menunjukkan bahwa seiring dengan peningkatan waktu pengadukan, terjadi peningkatan efisiensi removal terhadap kadar COD. Waktu kontak merupakan hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Gaya adsorpsi molekul dari suatu zat terlarut akan meningkat apabila waktu kontak semakin lama. Waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih banyak.^{15,21}

Penelitian ini sama halnya dengan penelitian lain yaitu pembubuhan tawas pada air limbah laundry dengan konsentrasi 1% dapat menurunkan 75,36%, tetapi penurunan tersebut belum berada di bawah baku mutu. Penelitian yang dilakukan oleh Dyah (2014) untuk menurunkan bahan organik air gambut menunjukkan bahwa pada perbandingan volume air gambut dan massa biji asam jawa 1:5, diperoleh persentase penurunan bahan organik yang belum memberikan hasil yang baik yaitu sebanyak 35,6 %. Hal ini dikarenakan jumlah koagulan biji asam jawa yang digunakan belum mencukupi untuk menurunkan bahan organik dalam air gambut.²² Keadaan tersebut juga terjadi pada penelitian yang dilakukan terhadap limbah cair tahu. Koagulan partikel biji asam jawa 3000 mg/l limbah cair industri tahu pada pH 4 hanya mampu menurunkan COD sebesar 22,4%. Hasil yang diperoleh jauh di atas baku mutu sebesar 100 mg/l. Hal ini disebabkan karena banyaknya kandungan zat-zat organik dan anorganik yang terkandung di dalam limbah cair industri tahu tersebut.²³

Kemampuan koagulasi suatu koagulan salah satunya ditentukan oleh banyaknya koagulan yang diperlukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Kebutuhan dosis koagulan berbeda-beda tergantung pada banyaknya zat organik sehingga

menghasilkan dosis optimum dalam menurunkan kadar COD. Penelitian yang dilakukan Letik (2013) menunjukkan bahwa diperlukan dosis 4000 mg/l serbuk biji asam jawa untuk menurunkan kadar COD dengan persentase sebesar 91,30%.²⁴ Sementara itu, dibutuhkan 3,5 gr/l untuk menurunkan kadar COD sebesar 92,9% pada limbah cair industri penyamak kulit¹⁷.

3. Penambahan Jenis Koagulan Dalam Menurunkan Kadar COD

Tawas memiliki muatan positif Al^{3+} dan serbuk biji asam jawa memiliki Ca^{2+} , Mg^{2+} dan Fe^{2+} , dan polimer positif yang mana kandungan ini nantinya akan bereaksi dan berikatan dengan muatan negatif yang ada dalam air limbah. Ikatan-ikatan tersebut membentuk flok-flok yang lebih besar setelah mengalami proses pengadukan lambat dimana partikel saling bertubrukan dan tetap bersatu untuk kemudian mengendap sebagai endapan.²⁵

Persentase penurunan terbesar yaitu pada tawas sebesar 55,05% dan serbuk biji asam jawa sebesar 54,21%. Nilai efisiensi tersebut menunjukkan bahwa koagulan tawas memiliki kemampuan lebih besar dibandingkan dengan koagulan serbuk biji asam jawa. Berdasarkan uraian tersebut menunjukkan bahwa koagulan kimia lebih efektif dibandingkan pada koagulan alami.²⁶

Nilai efisiensi penurunan kadar COD pada penelitian ini dinilai belum efektif dapat disebabkan karena faktor lain yaitu pH. Beberapa referensi mengatakan bahwa tawas bekerja efektif pada range pH sebesar 5,5-8,0²⁷, 6,5-8,5 atau biasanya pada pH netral yaitu 7.⁹ Pada penelitian ini, rata-rata pH tawas sebesar 5,77. Meskipun nilai pH tersebut sudah berada di dalam range pH optimum kerja tawas, tetapi tawas hanya bisa menurunkan kadar COD sebesar 55,05%. Penelitian lain

menyebutkan bahwa tawas bekerja optimum pada pH 6. Semakin tepat pengaturan pH yang diberikan, maka partikel-partikel tersuspensi dan senyawa organik akan diikat oleh molekul alum membentuk flok-flok dengan lebih cepat.²⁷

Serbuk biji asam jawa mengandung polimer dimana polimer organik tidak memerlukan pengaturan pH.²⁸ Hal tersebut juga didukung dengan penelitian Pamilia (2031) menunjukkan bahwa koagulan partikel biji asam jawa tidak memerlukan pengaturan pH untuk koagulasi flokulasi, karena pada pH alami proses koagulasi-flokulasi terjadi lebih optimal. Oleh karena itu, pada penelitian ini tidak dilakukan pengaturan pH. Akan tetapi, penelitian lain menunjukkan bahwa pada pH 6,5 penurunan COD dapat mencapai 64,57%.¹⁶ Uraian tersebut menunjukkan bahwa pH dapat mempengaruhi efisiensi penurunan kadar COD.

Penelitian ini menunjukkan hasil bahwa yang memiliki presentase penurunan tertinggi adalah tawas. Akan tetapi, tawas belum mampu kadar COD di bawah kadarnya. Untuk itu, perlu dilakukan penanganan lebih lanjut setelah koagulasi-flokulasi dengan tawas. Salah satu caranya adalah dengan filtrasi air limbah menggunakan media zeolite atau karbon aktif. Zeolite merupakan unsur logam yang memiliki kegunaan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi, karena sifat-sifat yang dimiliki zeolite antara lain yaitu dehidrasi, katalisator, penukar ion, adsorben, dan penyaring molekul. Karbon aktif atau arang aktif merupakan suatu padatan berpori. Fungsi karbon aktif sebagai adsorben, dapat menghilangkan atau mengurangi bau, warna, organik, logam berat, dan bahan kimia lain.¹⁹ Penelitian yang dilakukan Yulimen menunjukkan bahwa penurunan kadar COD laundry mengalami peningkatan dari 63,79% menjadi 81,50%

setelah perlakuan koagulasi-flokulasi tawas yang dilanjutkan dengan filtrasi menggunakan karbon aktif 50 cm.¹⁰ Hal tersebut juga didukung dengan penelitian Hadinta yang menunjukkan bahwa pengolahan air limbah menggunakan media zeolite ketinggian 40 cm setelah koagulasi-flokulasi dapat meningkatkan efisiensi penurunan COD dari 75,36% menjadi 85,31%.²⁹

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Kadar COD sebelum perlakuan koagulasi-flokulasi menggunakan tawas dan biji asam jawa dengan berbagai variasi dosis sebesar 427,55 mg/l.
2. Kadar COD setelah perlakuan koagulasi-flokulasi menggunakan tawas dan biji asam jawa dengan berbagai variasi dosis sebesar 268,22 mg/l.
3. Dosis optimum yang diberikan dengan koagulan tawas dan serbuk biji asam jawa untuk menurunkan kadar COD yaitu 2,5 gram.
4. Jenis koagulan optimum yang diberikan dengan berbagai variasi dosis untuk menurunkan kadar COD pada limbah cair laundry adalah tawas.
5. Ada perbedaan penurunan kadar COD setelah penambahan tawas dan serbuk biji asam jawa pada berbagai variasi dosis ($p=0,036$).

SARAN

1. Bagi Peneliti Lain
 - a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan tawas dan serbuk biji asam jawa dengan dosis lebih dari 2,5 gram.
 - b. Melakukan pengolahan air limbah lanjutan setelah dilakukan koagulasi-flokulasi tawas dengan filtrasi menggunakan media karbon aktif atau zeolite.
2. Bagi Usaha Laundry

Menerapkan pengolahan air limbah terlebih dahulu sebelum air limbah tersebut dibuang ke badan airdengankoagulasi flokulasi tawasdanfiltrasimenggunakan media karbonaktifatauzeolit.

Sebelum dan Sesudah Diolah dengan tawas dan karbon aktif terhadap bioindikator (*Cyprinus carpio* L). ISSN 1979-911X. 2012.

DAFTAR PUSTAKA

1. Samosir BSL. *Pelaksanaan Kewajian Pengelolaan Limbah Oleh Pengelola Usaha Laundry Dalam Pengendalian Pencemaran Lingkungan Yogyakarta*. 2014.
2. Richard, S. *Laundry Dan Drycleaning*. Surabaya: SIC; 2000.
3. Environmental Protection Agency. *Technical Development Document for the Final Action Regarding Pretreatment Standards for The Industrial Laundries Point Source Category*. United States; 2000.
4. Sumardjo D. *Pengantar Kimia: Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran Dan Program Strata I Fakultas Bioeksakta*. Jakarta: EGC; 2008.
5. Effendi H. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius; 2003.
6. J. K. Braga dan M. B. A. Varesche. *Commercial Laundry Water Characterisation*. American Journal of Analytical Chemistry, 2014, 5, 8-16
7. Anonim. *Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), and Total Suspended Solid (TSS) Sebagai Indikator Limbah Cair*; 2013. (online) <http://www.indonesian-publichealth.com/2013/01/pengertian-bod-cod-tss-pada-air-limbah.html>. Diakses 1 Januari 2015.
8. Chandra B. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC; 2006.
9. Joko T. *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2010.
10. Pratiwi, Sunarsih, dan Windi. *Uji Toksisitas Limbah Cair Laundry Sebelum dan Sesudah Diolah dengan tawas dan karbon aktif terhadap bioindikator (Cyprinus carpio L)*. ISSN 1979-911X. 2012.
11. Sianita dan Nurchayati. *Kajian Pengolahan Limbah Cair Industri batik, Kombinasi Aerob-Anaerob dan Penggunaan Koagulan Tawas*. 2009.
12. Manurung J. *Studi Efek Jenis dan Berat Koagulan Terhadap Penurunan Nilai COD dan BOD Pada Pengolahan Air Limbah Dengan Cara Koagulasi*. 2009.
13. Hendrawati dan Nurhasni. *Penggunaan Biji Asam Jawa (Tamarindus indica L) dan Biji Kecipir (Psophocarpus tetragonolobus L) Sebagai Koagulan Alami Dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah*. Valensi Vol. 3 No. 1, Mei 2013 (23-34). 2013.
14. Mishra A. BM. *The Flocculation Performance of Tamarindus mucilage in Relation to Removal of Vat and Direct Dyes*. Department of Chemistry. 2005.
15. Ramadhani dan Moesriati. *Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindus indica) Sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Menurunkan Kadar COD dan BOD Dengan Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Tempe*. Jurnal teknik POMITS Vol.2 No. 1 Tahun 2013.
16. Syahbaniyadi M, Sutrisno dan Samudro. *Pemanfaatan Serbuk Biji Asam Jawa Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Konsentrasi TSS, Turbidity, BOD dan COD dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*. 2011.
17. Hendriarianti dan Suhastrri. *Penentuan Dosis Optimum koagulan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica L) dalam Penurunan TSS dan COD Limbah Cair Industri Penyamakan*. Jurnal Spectra Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang Nomor 17

- Volume IX Januari 2011: 12-22. 2011.
18. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang baku Mutu Air Limbah
 19. Azamia M. *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia Dalam Penurunan Kadar Organik Serta Logam Berat Fe, Mn, Cr Dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi. FMIPA Universitas Indonesia.* 2012
 20. Pernitsky DJ. *Coagulation 101.* Associated Engineering, Calgary, Alberta; 2003.
 21. Reynold, D. Tom dan Paul AR. *Unit Operation and Prosessing in Environmental Engineering 2nd Edition.* Boston: PWS Publising; 1995.
 22. Mawaddah, Zaharah dan Gusrizal. *Penurunan Bahan Organik Air Gambut Menggunakan Biji Asam Jawa. JKK, Tahun 2014, Vol 3 (1), Hal 27-31 ISSN 2303-1077.* 2014.
 23. Enrico B. *Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindus indica) Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu.* Thesis Universitas Sumatera Utara Medan. 2008.
 24. Letik M. Utilization of Java Acid Seed (Tamarindus indica) Extract as a Coagulant in Tofu Waste Treatment Process. *J Appl Chem Sci 2013, Vol 2 Issue 1 218-222.* 2013. www.jacsonline.org.
 25. Davis M. and DAC. *Introduction to Environmental Engineering 2nd Ed.* Mc Graw-Hill. Inc. New York; 1991.
 26. Wesley EW. *Industrial Water Pollution Control.*; 2000.
 27. Coniwanti, Mertha dan Epriane. *Pengaruh Beberapa Jenis Koagulan Terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dalam Tinjauannya Terhadap Turbidity, TSS dan COD.* *Jurnal Teknik Kimia No 3, Vol 19, Agustus 2013.*
 28. Budiyo SS. *Teknik Pengolahan Air.* Yogyakarta: Graha Ilmu; 2013.
 29. Hadinta, Oktiawan dan Rezagama. *Penurunan TSS, COD, Dan Fosfat Pada Limbah Laundry Menggunakan Koagulan Tawas dan Media Zeolit.* (online) [http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan/article/view/7133.](http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan/article/view/7133) Diakses 25 Maret 2015.