

## Analisa Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Limbah Laundry Menggunakan *Jartest*

Ahmad Erlan Afiuddin<sup>1</sup>, Novi Eka Mayangsari<sup>2\*</sup>, Ulvi Pri Astuti<sup>3</sup>, Mirna Apriani<sup>4</sup>,  
Tanti Utami Dewi<sup>5</sup> dan Nabillah Rodhifatul Jannah<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,  
Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia  
Email: noviekam@ppns.ac.id<sup>2\*</sup>, erlan.ahmad@ppns.ac.id<sup>1</sup>, [ulvipriastuti@ppns.ac.id](mailto:ulvipriastuti@ppns.ac.id)<sup>3</sup>, [tanti.dewi@ppns.ac.id](mailto:tanti.dewi@ppns.ac.id)<sup>4</sup>,  
[mirna.apriani@ppns.ac.id](mailto:mirna.apriani@ppns.ac.id)<sup>5</sup>, nabillahjannah@student.ppns.ac.id<sup>6</sup>

### Abstrak

Jumlah penduduk Kota Surabaya mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2023, jumlah penduduk kota Surabaya berjumlah 2.893.698 jiwa dan akan terus mengalami peningkatan sekitar 0,89% tiap tahunnya. Pertambahan jumlah penduduk ini akan berdampak negatif pada lingkungan, seperti pencemaran limbah dari aktivitas manusia. Salah satu limbah dari aktivitas manusia adalah limbah laundry. Limbah laundry mengandung fosfat, surfaktan, kandungan padatan terlarut (TSS), BOD, dan COD yang tinggi. Berdasarkan ketentuan baku mutu wilayah Provinsi Jawa Timur, kandungan COD limbah laundry sebesar 250 mg/L, berdasarkan uji awal kandungan limbah laundry memiliki konsentrasi COD sebesar 2660 mg/L. Nilai tersebut melebihi baku mutu, sehingga perlu dilakukan pengolahan dengan metode yang tepat, salah satunya adalah koagulasi-flokulasi menggunakan *Jartest*. Uji efisiensi ini dilakukan dengan koagulan kombinasi  $Al_2(SO_4)_3$ -kitosan. Kitosan dilarutkan sebanyak 10 gram dengan 1 liter asam asetat, sedangkan  $Al_2(SO_4)_3$  sebanyak 10 gram dilarutkan dengan 1 liter akuades. Campurkan kedua larutan koagulan tersebut dengan perbandingan 1:3, 1:1, dan 3:1. Selanjutnya lakukan proses koagulasi-flokulasi dengan dosis 300, 500, dan 700 ppm. Proses koagulasi dilakukan menggunakan alat *jartest* dengan kecepatan 140 rpm selama 2 menit dan proses flokulasi dengan kecepatan 60 rpm selama 15 menit, kemudian tunggu hingga flok mengendap selama 30 menit. Identifikasi penurunan kadar COD dari masing-masing variabel dilakukan sebagai tahap akhir penelitian dan hasilnya dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku yaitu Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013. Dosis optimum koagulan dalam efisiensi penyisihan COD pada limbah laundry sebesar 700 ppm yang menghasilkan efisiensi penurunan sebesar 70,23% pada komposit koagulan 25%  $Al_2(SO_4)_3$  – 75% kitosan.

**Kata kunci:** *Chemical Oxygen Demand* (COD), limbah laundry, *jartest*, tawas dan kitosan

### Abstract

The population of Surabaya City increases every year. In 2023, The population of the city of Surabaya is 2,893,698 people and will continue to increase by around 0.89% every year. Population increase will have a negative impact on the environment, such as waste pollution from human activities. One of the wastes from human activities is laundry waste. Laundry waste contains phosphates, surfactants, dissolved solids (TSS), BOD and COD. Based on regional quality standards for East Java Province, the COD content of laundry waste is 250 mg/L. Based on initial tests, the content of laundry waste has a COD concentration of 2660 mg/L. This value exceeds quality standards, so it needs to be treated using the right method, one of them is coagulation-flocculation using *Jartest*. This efficiency test was carried out with a combination coagulant  $Al_2(SO_4)_3$ -chitosan. Dissolve 10 grams of chitosan with 1 liter of acetic acid, while 10 grams of  $Al_2(SO_4)_3$  was dissolved in 1 liter of distilled water. Mix the two coagulants in a ratio of 1:3, 1:1, and 3:1. And then, coagulation-flocculation process with doses of 300, 500, and 700 ppm. The coagulation process was carried out using a *jartest* tool at a speed of 140 rpm for 2 minutes and a flocculation process at a speed of 60 rpm for 15 minutes, then wait for the floc to settle for 30 minutes. Identification of the reduction in COD levels from each variable was carried out as the final stage of the research, and the results are compared with the applicable quality standards of East Java Governor Regulation No. 72 of 2013. The optimum coagulant dose in COD removal efficiency in laundry waste is 700 ppm which results in a reduction in efficiency of 70.23% in the coagulant composite 25%  $Al_2(SO_4)_3$  – 75% chitosan.

**Keywords:** *Chemical Oxygen Demand* (COD), laundry waste, *jartest*, alum and chitosan.

## 1. Pendahuluan

Jumlah penduduk Kota Surabaya mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2023, jumlah penduduk kota Surabaya berjumlah 2.893.698 jiwa (BPS Jawa Timur, 2023) dan akan terus mengalami peningkatan sekitar 0,89% tiap tahunnya (Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil, 2023). Pertambahan jumlah penduduk ini akan berdampak negatif pada lingkungan, seperti pencemaran limbah dari aktivitas manusia. Salah satu limbah dari aktivitas manusia adalah limbah laundry. Selama ini, limbah laundry langsung disalurkan ke drainase tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu.

Air limbah laundry mengandung fosfat, surfaktan, kandungan padatan terlarut (TSS), BOD, dan COD yang tinggi. Berdasarkan ketentuan baku mutu wilayah Provinsi Jawa Timur, kandungan limbah laundry sebesar 100 mg/L untuk TSS, 250 mg/L untuk COD, dan 10 mg/L untuk MBAS (Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013). Namun berdasarkan uji awal kandungan limbah laundry memiliki konsentrasi TSS sebesar 403 mg/L, COD sebesar 2660 mg/L, dan MBAS sebesar 20 mg/L, dimana masing-masing parameter melebihi baku mutu. Kandungan parameter air limbah laundry yang tinggi perlu dilakukan pengolahan agar layak dibuang ke lingkungan. Teknik pengolahan limbah laundry yang dapat dilakukan yaitu dengan proses koagulasi-flokulasi.

Koagulasi-flokulasi merupakan suatu proses pengolahan air limbah dengan penambahan koagulan, baik sintetis ataupun alami, untuk menghilangkan partikel-partikel (Dewi et al, 2015). Koagulan sintetis merupakan koagulan yang paling sering digunakan, seperti Poly Aluminium Chloride (PAC) dan  $Al_2(SO_4)_3$  (tawas). Namun penggunaan koagulan sintetis ini dapat menyebabkan pencemaran limbah kembali, karena menyebabkan pH air menjadi asam dan alkalinitas semakin tinggi. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan mengurangi penggunaan koagulan sintetis dan dibantu dengan koagulan alami.

Kitosan merupakan jenis koagulan alami yang dapat digunakan untuk mengurangi kandungan pada limbah laundry, karena memiliki banyak kandungan nitrogen pada gugus aminanya serta gugus hidroksil. Gugus ini membuat kitosan menjadi lebih aktif dan bersifat polikationik, sehingga dapat menyerap kandungan limbah yang ada pada limbah laundry (Hendrawati et al, 2015). Kitosan dapat dibuat dari limbah udang karena memiliki kandungan kitin sebesar 20-30% (Nadia et al, 2021). Kitin dapat disintesis menjadi kitosan melalui tiga tahapan, yaitu demineralisasi, deproteinasi, dan deasetilasi. Kualitas kitosan dapat terlihat dari nilai derajat deasetilasi (DD), semakin tinggi nilai DD maka kualitas kitosan akan semakin baik karena semakin banyak gugus asetil yang terkonversi menjadi gugus amina (Brugnerotto, 2001). Nilai DD yang tinggi dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah penggunaan konsentrasi NaOH (de Moura, 2011 dan Khairi et al, 2019). Berdasarkan hasil penelitian Azhar et al (2010), nilai DD sebesar 66,68% dengan konsentrasi NaOH 50%. Khairi et al (2019), penggunaan konsentrasi NaOH sebesar 70% akan menghasilkan nilai DD kitosan sebesar 87,5%.

Koagulan alami dan sintetis dapat dikombinasikan untuk meningkatkan efisiensi kinerja proses koagulasi-flokulasi, sehingga dapat mengarah ke peningkatan stabilitas koagulan dan flok menjadi lebih padat dengan sifat pengendapan yang baik. Mega et al (2012) melakukan proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan koagulan PAC-kitosan untuk mengurangi parameter Natural Organic Matter (NOM). Hasil yang didapatkan yaitu dibutuhkan koagulan yang lebih sedikit jika menggunakan kombinasi PC-kitosan daripada PAC saja. Kombinasi koagulan juga dilakukan pada penelitian Imtinan (2020) dengan menggunakan  $Al_2(SO_4)_3$ -kitosan yang menghasilkan tingkat penghilangan TSS sebesar 73,65%.

Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat mengatasi penggunaan bahan koagulan sintetis dan mengurangi timbulan limbah udang. Penelitian dilakukan dengan membuat koagulan kombinasi antara  $Al_2(SO_4)_3$  dan kitosan dari limbah udang. Kombinasi koagulan akan diujikan dalam proses koagulasi-flokulasi untuk menurunkan kandungan pencemar COD pada limbah laundry.

## 2. Metode Penelitian

Limbah udang mengandung kitin sebesar 20-30% (Nadia et al, 2021) sehingga diolah untuk menjadi kitosan. Setelah itu, kitosan dikombinasikan dengan  $Al_2(SO_4)_3$  untuk mengurangi kadar pencemar COD pada limbah laundry.

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu drying oven, hotplate-magnetic stirrer, peralatan jar test, dan beberapa glassware. Sedangkan untuk bahan yang digunakan yaitu limbah udang (kulit, kepala, ekor), HCl 37% (SAP), NaOH (SAP), dan akuades.

## 2.2 Sintesis Kitosan

Proses pembuatan kitosan terdiri dari empat tahapan, yaitu pembuatan serbuk udang, demineralisasi, deproteinasi, dan deasetilasi. Tahap pembuatan serbuk udang dilakukan dengan cara direbus selama 15 menit, dioven pada suhu 120 oC, diblender dan dilakukan pengayakan sebelum digunakan terlebih dahulu ditetapkan kadar airnya (Noviana, 2012). Tahap demineralisasi dilakukan dengan mencampurkan antara limbah udang (telah dikeringkan dan dihaluskan) dan larutan HCl 1,5 M dengan perbandingan 1:10 (w/v). Campuran dipanaskan pada suhu 70°C selama 4 jam, yang kemudian disaring dan dicuci hingga pH netral. Padatan yang telah terpisah dikeringkan pada suhu 80°C.

Tahap deproteinasi dilakukan dengan mencampurkan padatan yang telah kering pada tahap demineralisasi, dengan larutan NaOH 3,5% dengan perbandingan 1:10 (w/v). Campuran dipanaskan pada suhu 70°C selama 4. Padatan selanjutnya disaring dan dicuci hingga pH netral. Padatan yang telah terpisah dikeringkan pada suhu 80°C.

Tahap deasetilasi dilakukan dengan mencampurkan padatan yang telah kering pada tahap deproteinasi, dengan larutan NaOH 80% dengan perbandingan 1:10 (w/v). Campuran dipanaskan pada suhu 70°C selama 4 jam. Padatan selanjutnya disaring dan dicuci hingga pH netral. Padatan yang terpisah selanjutnya dikeringkan pada suhu 80°C.

## 2.3 Uji Efisiensi Koagulan Kombinasi dengan Jarrest

Uji efisiensi ini dilakukan dengan koagulan kombinasi  $Al_2(SO_4)_3$ -kitosan. Kitosan dilarutkan sebanyak 10 gram dengan 1 liter asam asetat, sedangkan  $Al_2(SO_4)_3$  sebanyak 10 gram dilarutkan dengan 1 liter akuades. Campurkan kedua larutan koagulan tersebut dengan perbandingan 1:3, 1:1, dan 3:1. Selanjutnya lakukan proses koagulasi-flokulasi dengan dosis 300, 500, dan 700 ppm. Proses koagulasi dilakukan menggunakan jarrest dengan kecepatan 140 rpm selama 2 menit dan proses flokulasi dengan kecepatan 60 rpm selama 15 menit. Kemudian tunggu hingga flok mengendap selama 30 menit. Identifikasi penurunan kadar COD dari masing-masing variable. Jarrest yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada **Gambar 1**.



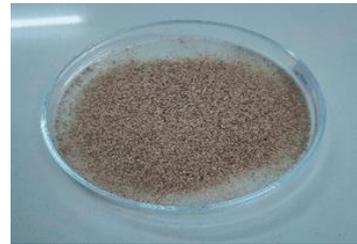
**Gambar 1.** Alat Jarrest yang digunakan dalam penelitian

## 3. Hasil dan Diskusi

Kitosan yang telah dilakukan sintesis melalui 4 tahapan, yaitu: pembuatan serbuk kitosan, demineralisasi, deproteinasi, dan deasetilasi selanjutnya digunakan sebagai koagulan dalam menurunkan kadar COD pada limbah laundry. Penelitian ini menggunakan komposit koagulan yang menggabungkan antara koagulan alami (kitosan) dan koagulan sintetik.  $Al_2(SO_4)_3$  atau yang sering kita kenal dengan tawas merupakan jenis koagulan sintetik yang sering diterapkan dalam proses pengolahan air limbah. Detail masing-masing tahapan sintesis kitosan terdapat pada **Gambar 2 s/d Gambar 5**.



**Gambar 2.** Pengayakan serbuk undang



**Gambar 3.** Serbuk limbah undang setelah proses demineralisasi

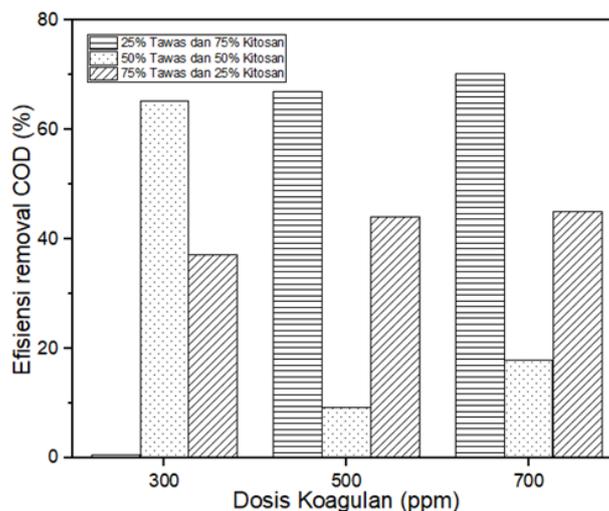


**Gambar 4.** Serbuk limbah undang setelah proses deproteinasi



**Gambar 5.** Serbuk limbah undang setelah proses deasetilasi

Kitosan yang telah dilakukan sintesis selanjutnya digunakan sebagai koagulan kombinasi  $Al_2(SO_4)_3$ -kitosan. Komposisi yang digunakan adalah 1:3, 1:1 dan 3:1, dengan dosis koagulan sebesar 300, 500 dan 700 ppm. Efisiensi penyisihan kadar pencemar COD pada limbah laundry perlu dihitung untuk mengetahui keberhasilan proses koagulasi menggunakan komposit koagulan. **Gambar 6** menyajikan grafik perbandingan efisiensi penyisihan COD dalam beberapa dosis dan komposisi komposit koagulan



**Gambar 6.** Pengaruh dosis dan komposisi komposit koagulan  $Al_2(SO_4)_3$ -kitosan terhadap % removal COD

Penyisihan kadar COD menggunakan komposit koagulan  $Al_2(SO_4)_3$  - kitosan pada **Gambar 6** menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai efisiensi penyisihan dengan bertambahnya dosis komposit koagulan. Dosis 300, 500, dan 700 ppm pada komposit koagulan 25%  $Al_2(SO_4)_3$  – 75% kitosan didapatkan nilai efisiensi penyisihan sebesar 0,64%, 66,99%, dan 70,23%. Demikian juga pada komposit koagulan 75%  $Al_2(SO_4)_3$  – 25% kitosan didapatkan nilai efisiensi penyisihan sebesar 37,22%, 44,10%, dan 45,08%. Namun, terdapat penurunan nilai efisiensi penyisihan pada komposit koagulan 50%  $Al_2(SO_4)_3$  – 50% kitosan. Komposit koagulan  $Al_2(SO_4)_3$  - kitosan dengan komposisi kitosan

yang tinggi terjadi peningkatan nilai efisiensi penyisihan. Penurunan konsentrasi COD terjadi karena kitosan mempunyai sifat polielektrolit kationik (Bija et al., 2020) sehingga kation bermuatan positif yang terdapat pada ujung-ujung rantai karbon koagulan kitosan reaktif mengikat muatan negatif pada koloid (Putri et al., 2015). Koagulan  $Al_2(SO_4)_3$  berfungsi membentuk flok dan mengendapkan partikel-partikel padat serta mengurangi kekeruhan dalam air. Sedangkan pada komposisi komposit koagulan 50%  $Al_2(SO_4)_3$  – 50% kitosan menunjukkan penurunan nilai efisiensi penyisihan COD.

Berdasarkan Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa bertambahnya dosis komposit koagulan, maka nilai presentase penyisihan semakin besar. Pemberian dosis yang optimal membantu mengikat bahan pencemar lalu membuat muatan partikel-partikel menjadi tidak stabil, sehingga terjadi gaya tarik menarik membentuk flok (Sabilina et al., 2018). Gaya tarik menarik ini terjadi karena penetralan muatan listrik partikel koloid akibat penambahan koagulan karena koagulan tersebut membentuk ikatan positif ke dalam limbah *laundry* sehingga konsentrasi COD menurun (Pratama et al., 2013). Selain itu, terdapat penurunan nilai efisiensi penyisihan kadar COD. Menurut Putri et al., (2015) dosis koagulan yang terlalu sedikit tidak secara maksimal mengikat partikel koloid dan apabila dosis yang diberikan melebihi dosis optimum mengakibatkan restabilisasi partikel koloid. Restabilisasi koloid merupakan suatu proses stabilnya kembali koloid yang berlawanan dengan hakikat proses koagulasi dimana seharusnya koloid mengalami proses destabilisasi. Dosis optimum koagulan dalam efisiensi penyisihan COD pada limbah *laundry* sebesar 700 ppm yang menghasilkan efisiensi penurunan sebesar 70,23% pada komposit koagulan 25%  $Al_2(SO_4)_3$  – 75% kitosan, dilanjutkan pada dosis 500 ppm sebesar 66,99% dan pada dosis 300 ppm dengan komposit koagulan 50%  $Al_2(SO_4)_3$  – 50% kitosan efisiensi penurunan COD limbah *laundry* sebesar 65%.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang berjudul Analisa Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) Limbah Laundry Menggunakan Jarrest dengan koagulan kombinasi  $Al_2(SO_4)_3$ -kitosan didapatkan Dosis optimum koagulan dalam efisiensi penyisihan COD pada limbah *laundry* sebesar 700 ppm yang menghasilkan efisiensi penurunan sebesar 70,23%. Penelitian selanjutnya bisa dilakukan penurunan parameter secara lengkap seperti Total Suspended Solid (TSS), dan MBAS.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya atas support dana penelitian DIPA sesuai surat perjanjian kerja (SPK) Pelaksanaan Penelitian DIPA Tahun Anggaran 2023 No. 1727.17/PL19.PPK/TI.00.01/2023 penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Alat Penentu Dosis Optimum Koagulan (Jarrest) dalam Pengolahan Air Limbah Industri untuk Menunjang Project Based Learning (PBL)”.

#### 6. Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Jawa Timur. (2023). Kota Surabaya dalam Angka 2023. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik.
- Bija, S., Yulma., Imra., Aldian., Malana, Akbar., Rozi, Anhar. (2020). Sintesis Biokoagulan Berbasis Kitosan Limbah Sisik Ikan Bandeng dan Aplikasinya Terhadap Nilai BOD dan COD Limbah Tahu di Kota Tarakan. *Journal IPB JPHPI*, Volume 23 Nomor 1
- Brugnerotto, J., Lizardi, J., Goycoolea, F. M., dan Argüelles-Monal, W. (2001). Desbrières, J., Rinaudo, M. An Infrared Investigation In Relation With Chitin And Chitosan Characterization. *Polymer*, 42 (8), 3569–3580.
- de Moura, C. T., de Moura, J. M., Soares, N. M., de Almeida Pinto, L. A. (2011). Evaluation of Molar Weight and Deacetylation Degree of Chitosan During Chitin Deacetylation Reaction: Used to Produce Biofilm. *Chem. Eng. Process.*, 50, 351 – 355.
- Dewi G.C., Joko T., Hanani Y. (2015). Kemampuan Tawas dan Serbuk Biji Asam Jawa (*Tmarindusindica*) untuk Menurunkan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) pada Limbah Cair Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3(3), 745-753.
- Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil. (2023). Proyeksi Penduduk Kota Surabaya 2023-2032. Kota Surabaya: Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil.
- Hendrawati, Sumarni S., Nurhasni. (2015). Penggunaan Kitosan sebagai Koagulan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Danau. *Jurnal Kimia Valensi*, 1(1), 1-11. 10.15408/jkv.v0i0.3148

- Imtinan Farah F. (2020). Pemanfaatan Kitosan Limbah Udang dan Aluminium Sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) Dalam Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Limbah Cair Domestik PT. Pelindo Energi Logistik. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Tugas Akhir.
- Mega, et al. (2012). Preparation and Characterisation of New-Polyaluminium Chloride-Chitosan Composit Coagulant. *Journal of Water Research*, 46, 4614:4620.
- Nadia, L. M., & Pipih Suptijah, L. O. (2021). Produksi Karakterisasi Kitosan Dari Cangkang Udang Putih. Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan.
- Noviani, H. 2012. Analisa Penggunaan Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dan Kitosan pada Proses Penjernihan Air di PDAM Tirta Pakuan Bogor. Bogor: Universitas Pakuan.
- Putri, R. E, Mislaini., Lisa S. N. (2015). Pengembangan Alat Penghasil Asap Cair Dari Sekam Padi Untuk Menghasilkan Insektisida Organik. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* 19(2):30-36.
- Pratama RI, Rostini I, Awaluddin MY. 2013. Komposisi kandungan senyawa flavor ikan mas (*Cyprinus carpio*) segar dan hasil pengukusannya. *Jurnal Akuatika*. 4(1): 55-67.