

# Efektivitas Kombinasi Biokoagulan Kitosan Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) dan Pati Kulit Singkong (*Manihot esculenta* C.) dalam Menurunkan Kadar COD dan Fosfat pada Limbah Laundry

Adhi Setiawan<sup>1\*</sup>, Aulia Salsabila Irfanindya Putri<sup>1</sup>, Alma Vita Sophia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail : [adhi.setiawan@ppns.ac.id](mailto:adhi.setiawan@ppns.ac.id)

## Abstrak

Beban pencemar limbah laundry dapat diatasi melalui proses koagulasi-flokulasi menggunakan biokoagulan kitosan cangkang kepiting bakau dan kulit singkong yang ramah lingkungan. Kitosan cangkang kepiting bakau mengandung gugus amina kuat ( $\text{NH}_2$ ) sebagai polielektrolit multifungsi dan berperan dalam pembentukan flok. Kulit singkong kaya akan pati yang dapat digunakan sebagai koagulan alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar persentase penurunan kadar COD dan fosfat pada limbah laundry menggunakan kombinasi biokoagulan kitosan cangkang kepiting bakau dan pati kulit singkong. Proses pembentukan kitosan melalui tahap demineralisasi, deproteinasi, dan deasetilasi. Pati kulit singkong diperoleh melalui ekstraksi pati dengan tahapan pencucian, pengecilan ukuran, perendaman, pendinginan, pencairan, penyaringan, sentrifugasi, penetralan pH, sentrifugasi ulang, dan pengeringan. Jar test dilakukan secara batch dengan kondisi putaran cepat 100 rpm selama 1 menit, putaran lambat 60 rpm selama 10 menit, dan sedimentasi selama 30 menit. Variasi komposisi dosis biokoagulan kombinasi pada proses jar test 25 ppm : 25 ppm, 50 ppm : 50 ppm, 75 ppm : 75 ppm, dan 100ppm : 100 ppm. Efisiensi penyisihan COD dan fosfat terbaik dihasilkan pada konsentrasi 25 ppm : 25 ppm sebesar 42,83% dan 86,72%.

**Keywords:** limbah laundry, kitosan, kulit singkong, koagulasi, jar test

## 1. PENDAHULUAN

Limbah cair laundry memiliki kandungan bahan pencemar tinggi sehingga berbahaya untuk lingkungan. Hasil uji karakteristik awal limbah laundry menunjukkan kandungan COD 1458 mg/L, fosfat 128 mg/L. Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 baku mutu untuk COD dan fosfat yaitu 250 mg/L dan 10 mg/L. Jika dibandingkan dengan peraturan limbah cair laundry telah melebihi baku mutu. Maka diperlukan pengolahan limbah cair laundry sebelum dibuang ke badan air. Limbah cair laundry dapat diolah melalui proses koagulasi-flokulasi. Proses koagulasi banyak digunakan dalam sistem air limbah dan metode yang dapat diandalkan (Vigneshwaran, 2020). Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel koloid dengan cara penambahan senyawa kimia yang disebut koagulan, sedangkan flokulasi adalah proses lambat yang bergerak secara terus menerus selama partikel-partikel tersuspensi bercampur di dalam air sehingga partikel akan menjadi lebih besar dan bergerak menuju proses sedimentasi.

Penggunaan koagulan anorganik yang berlebihan dapat berpotensi menambah masalah pencemaran karena memiliki sifat tidak mudah terdegradasi. Kitosan cangkang kepiting bakau dan kulit singkong dapat menjadi alternatif biokoagulan yang ramah lingkungan. Kitosan cangkang kepiting bakau mengandung gugus amina kuat ( $\text{NH}_2$ ) sebagai polielektrolit multifungsi dan berperan dalam pembentukan flok. Keunggulan kitosan sebagai biokoagulan diantaranya yaitu tingginya efisiensi terhadap parameter COD, zero pollutant dan penanganan sludge yang lebih mudah. Kulit singkong kaya akan polisakarida  $\text{C}_6(\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  berupa pati yang dapat digunakan sebagai koagulan alami. Menurut (Putri et al., 2015), biokoagulan kitosan cangkang kepiting dapat menurunkan COD sebesar 72,67% serta fosfat sebesar 81,84% (Mashitah et al., 2017). Pati kulit singkong dapat menurunkan COD sebesar 28,26% (Rahim et al., 2019).

Persentase penurunan kandungan COD dan fosfat dari beberapa penelitian di atas mendukung untuk dilakukan pengaplikasian pada air limbah laundry. Penggunaan koagulan alami lebih ramah lingkungan apabila diterapkan dalam proses pengolahan limbah cair. Kombinasi antara biokoagulan kitosan cangkang kepiting bakau dan pati kulit singkong bertujuan untuk menurunkan kandungan COD dan fosfat limbah laundry

menggunakan proses koagulasi-flokulasi dengan metode *jar test*.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *glassware*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, ayakan ukuran 60 mesh, oven, desikator, kertas saring, pH *indicator*, neraca analitik, pengering buah, parutan, centrifuge, kain muslin, seperangkat alat *jar test*. Adapun bahan yang digunakan diantaranya cangkang kepiting, kulit singkong, HCl SAP Chemicals 37%, NaOH SAP Chemicals 98%, aseton SAP Chemicals 98%, pereaksi biuret Arkitos Chemicals, etanol OneMed 70%, CH<sub>3</sub>COOH SAP Chemicals 5%, I<sub>2</sub>-KI 1%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> SAP Chemicals 1 M, AgNO<sub>3</sub> SAP Chemicals 0,1 M, akuades.

### 2.2 Persiapan Sampel

Sampel limbah cair industri *laundry* diambil dari outlet pada pipa mesin cuci. Pengujian konsentrasi awal dilakukan pada sampel yang meliputi COD (*Chemical Oxygen Demand*), fosfat, dan pH. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kandungan sampel yang akan digunakan dalam percobaan.

### 2.3 Pembuatan Biokoagulan Kitosan Cangkang Kepiting Bakau dan Pati Kulit Singkong

#### A. Pembuatan Kitosan Cangkang Kepiting Bakau

##### 1. Tahap Demineralisasi

Serbuk cangkang kepiting ditambahkan dengan 30.000 mL HCl pekat 1 N dengan perbandingan 1:15 (b/v) antara sampel dengan pelarut dan diaduk dalam *magnetic stirrer* selama 1 jam pada suhu 30°C dengan pengadukan 150 rpm. Hasil demineralisasi disaring dengan kertas saring, residu yang dihasilkan dicuci menggunakan akuades untuk menghilangkan HCl yang tersisa sampai pH residu menjadi netral. Filtrat yang diperoleh diuji dengan larutan AgNO<sub>3</sub>, bila sudah tidak terbentuk endapan putih maka sisa ion Cl yang terkandung sudah hilang. Selanjutnya padatan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 4 jam sehingga diperoleh serbuk cangkang kepiting tanpa mineral yang kemudian didinginkan dalam desikator (Yanti et al., 2018).

##### 2. Tahap Deproteinasi

Larutan NaOH 3,5% ditambahkan dengan perbandingan 1:10 (b/v) antara sampel dari tahap demineralisasi dengan NaOH 3,5%. Campuran tersebut dipanaskan pada suhu 65°C selama 2 jam dengan pengadukan 150 rpm. Hasil deproteinasi disaring dengan kertas saring, residu yang dihasilkan kemudian dicuci dengan akuades hingga pH residu menjadi netral. Filtrat yang diperoleh diuji dengan pereaksi biuret, bila filtrat berubah menjadi biru berarti protein yang terkandung sudah hilang. Kitin yang sudah dicuci ditambahkan etanol 70% untuk melarutkan kitosan terlarut sebanyak 100 mL dan dilanjutkan dengan penyaringan, pencucian kembali dengan aseton dan akuades panas untuk menghilangkan warna masing-masing 100 mL, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 4 jam dan didinginkan dalam desikator (Yanti et al., 2018). Adanya kitin dapat dideteksi dengan reaksi warna *Van Wesslink*. Pada cara ini, kitin direaksikan dengan larutan I<sub>2</sub>-KI 1% yang memberikan warna coklat kemudian jika ditambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M berubah menjadi violet, ini menunjukkan reaksi positif adanya kitin.

##### 3. Tahap Deasetilasi

Kitin dideasetilasi dengan menambahkan NaOH pekat dengan konsentrasi 50% dengan rasio massa kitin dan volume larutan NaOH 1:20 (b/v) pada suhu 100°C, 110°C, dan 120°C. Campuran direaksikan selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam dengan pengadukan konstan 150 rpm dimana masing-masing menggunakan 5 gr sampel yang dilarutkan dalam 100 mL NaOH 50% (Yanti et al., 2018). Larutan dipisahkan dan disaring melalui kertas saring. Padatan dikeringkan pada 80°C selama 6 jam.

Kitosan sebanyak 10 gr dilarutkan dalam larutan asam asetat 1% dengan perbandingan 1:100 (b/v) antara kitosan dengan pelarut untuk digunakan sebagai koagulan.

### B. Pembuatan Pati Kulit Singkong

Proses pembuatan koagulan dari limbah kulit singkong dilakukan dengan metode ekstraksi pati. Langkah pembuatannya adalah dengan membersihkan kulit singkong sebanyak 1000 gr dengan air kran sebelum dibilas dengan air suling, menghilangkan lapisan periderm dari seluruh kulit menggunakan pengerik buah. Kulit diparut dengan parutan berdiameter sekitar 0,7 cm, kemudian direndam menggunakan aquabides dengan perbandingan 1:2 (b/v). Campuran dihomogenkan dan dibiarkan dingin selama 24 jam pada suhu 4°C. Setelah dingin, campuran dicairkan dan disaring dengan kain muslin untuk sentrifugasi lebih lanjut pada 1500 rpm selama 10 menit. Untuk endapan yang diperoleh di centrifuge, ditambahkan 200 ml aquabides agar pH netral. Lalu, disentrifugasi lagi pada kondisi yang sama dan endapan dikeringkan selama 24 jam pada suhu kamar (Ortiz et al., 2021).

### 2.4 Pelaksanaan Jar Test

Pada percobaan koagulasi ini diperlukan pengujian dengan metode *Jar Test*. Hal ini dilakukan untuk membandingkan beberapa dosis yang dapat menunjukkan hasil pengolahan yang berbeda. Mula-mula dipersiapkan seperangkat alat *Jar Test* dengan 4 beaker glass 1000 mL. Sampel air limbah yang telah diukur pH awalnya, dimasukkan ke dalam 4 beaker glass tersebut sebanyak 1000 mL. Setelah itu, dilakukan penambahan koagulan kombinasi dengan sampel air limbah 1000 mL yang dicampurkan biokoagulan kombinasi dengan perbandingan antara biokoagulan kitosan cangkang kepiting dan kulit singkong sebanyak 25 ppm : 25 ppm, 50 ppm : 50 ppm, dan 75 ppm : 75 ppm, 100 ppm : 100 ppm. Kemudian, dilakukan pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit, pengadukan lambat 60 rpm selama 10 menit dan pengendapan selama 30 menit (Kurniawan et al., 2021).

### 2.5 Analisis Parameter pH, COD, dan Fosfat

Analisis penurunan kadar pencemar dilakukan pada parameter pH, COD, dan Fosfat. Analisis pH dilakukan dengan menggunakan pH indicator sesuai SNI 6989.11:2019. Analisis konsentrasi COD dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri sesuai dengan SNI 6989.73:2019. Analisis konsentrasi fosfat dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri sesuai dengan SNI 6989-31:2021.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

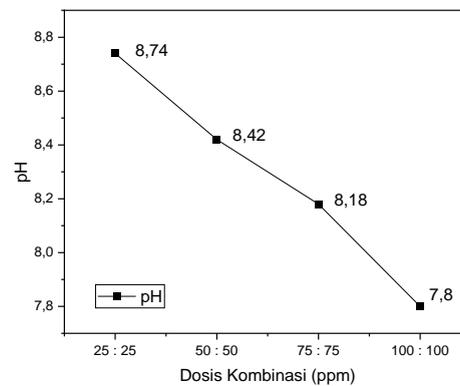
Analisis parameter awal bertujuan untuk mengetahui konsentrasi COD, fosfat, serta pH pada air limbah *laundry*. Efektifitas removal kombinasi biokoagulan kitosan cangkang kepiting bakau dan pati kulit singkong dapat diketahui melalui pengujian karakteristik awal COD dan fosfat pada air limbah. Sehingga akan diketahui besarnya penurunan kadar COD dan fosfat pada sampel air limbah sebelum dan sesudah dilakukan pembubuhan biokoagulan kitosan cangkang kepiting bakau dan pati kulit singkong. Selain itu, untuk mengetahui dosis optimum yang digunakan.

**Tabel 1.** Hasil analisis konsentrasi awal pH, COD, dan fosfat

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu Air Limbah*
pH	-	8,31	6-9
COD	mg/L	1458	250
Fosfat	mg/L	128	10

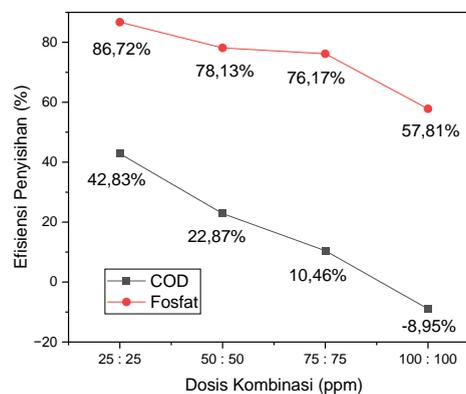
\* Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013

Berdasarkan Tabel 1, limbah *laundry* memiliki kadar COD dan fosfat yang cukup tinggi yaitu sebesar 1458 mg/L dan 128 mg/L. Kadar tersebut melebihi baku mutu yang seharusnya, baku mutu untuk COD adalah 250 mg/L dan fosfat sebesar 10 mg/L. Karakteristik akhir *effluent* didasarkan pada baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 untuk kegiatan/industri *laundry*.



**Gambar 1.** Pengaruh rasio dosis kombinasi biokoagulan terhadap pH

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. Tujuan pengukuran pH sebelum dilakukan proses koagulasi flokulasi adalah untuk mengetahui pH air limbah *laundry* sebelum mengalami proses koagulasi flokulasi. Sedangkan pengukuran pH setelah proses koagulasi flokulasi bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan nilai pH air limbah *laundry* berdasarkan variasi dosis kombinasi biokoagulan yang diberikan di sampel air limbah *laundry*. Dari Gambar 1, dapat diketahui bahwa semakin banyak dosis koagulan yang ditambahkan, maka pH yang dihasilkan semakin turun. pH yang terukur sudah memenuhi standar baku mutu Pergub Jatim No. 72, 2013, yaitu 6-9.



**Gambar 2.** Pengaruh rasio dosis kombinasi biokoagulan terhadap persentase efisiensi penyisihan

Pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa dosis 25 ppm : 25 ppm merupakan dosis optimum kombinasi biokoagulan cangkang kepiting bakau dan pati kulit singkong dalam menurunkan kadar COD dan fosfat dengan efisiensi penyisihan sebesar 42,83% dan 86,72%. Pada dosis 25 ppm : 25 ppm, kadar COD dan fosfat turun menjadi 833,5 mg/L dan 17 mg/L. Dosis 50 ppm : 50 ppm dapat menurunkan kadar COD menjadi 1124,5 mg/L dan kadar fosfat menjadi 28 mg/L. Pada dosis 75 ppm : 75 ppm, kadar COD dan fosfat mengalami penurunan menjadi 1305,5 mg/L dan 30,5 mg/L. Kadar COD pada dosis 100 ppm : 100 ppm, naik menjadi 1588,5 mg/L, sedangkan kadar fosfat turun menjadi 54 mg/L. Semakin tinggi dosis kombinasi biokoagulan yang ditambahkan pada air limbah *laundry*, maka persentase efisiensi penyisihan kadar COD dan fosfat semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan penambahan dosis kombinasi biokoagulan di atas dosis optimum mengakibatkan ion positif yang berlebih menghasilkan gaya tolak yang cukup besar yang menyebabkan adanya gerakan partikel dalam air dan mengganggu proses stabilisasi yang telah terjadi. Restabilisasi partikel koloid merupakan pembalikan muatan partikel koloid di dalam perairan yang pada awalnya bermuatan negatif kemudian berubah menjadi positif akibat penyerapan dari dosis berlebih (Nasution et al., 2015).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa dosis optimum kombinasi biokoagulan kitosan cangkang kepiting bakau dan pati kulit singkong dalam menurunkan kadar COD

dan fosfat pada limbah laundry yaitu 25 ppm : 25 ppm dengan efisiensi penyisihan berturut - turut sebesar 42,83% dan 86,72%.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Kurniawan, Yuda, Rizki Purnaini, dan Govira Christiadora Asbanu. 2021. *Efektivitas Limbah Cangkang Kepiting sebagai Biokoagulan dalam Penurunan Kadar Kekeruhan dan Warna Air Baku Sungai Kapuas*. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, 10(1): 1-10.
- Mashitah, S., Daud, S., Asmura, J. (2017). "Penyisihan Kadar Fosfat pada Limbah Cair Laundry Menggunakan Biokoagulan Cangkang Kepiting (Brachyura)." Jurnal FTEKNIK, Vol. 4, No. 2, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Nasution, P., Sumiyati, S., Wardana, I. W. 2015. *Studi Penurunan TSS, Turbidity, dan COD dengan Menggunakan Kitosan dari Limbah Cangkang Keong Sawah (Pila Ampullacea) sebagai Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair PT. Sido Muncul, Tbk Semarang*. Jurnal Teknik Lingkungan, 4(1): 1-10.
- Ortiz, Angel Villabona, Tovar Candelaria Tejada, Anibal Marta Millán, Conde Clemente Granados, Toro Rodrigo Ortega. 2021. *Reduction of Turbidity in Waters Using Cassava Starch as a Natural Coagulant*. EN LÍNEA Journal, 19(1): 1-10.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.
- Putri, D. A. C., Joko, T., dan Yunita, N. A. (2015). *Kemampuan Koagulan Kitosan dengan Variasi Dosis dalam Menurunkan Kandungan COD dan Kekeruhan pada Limbah Cair Laundry (Studi pada Rahma Laundry, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang)*. Jurnal Kesehatan Masyarakat, Vol. 3, No. 3, pp. 711-722, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Rahim, Nur Shahirah Abd, Norzila Othman, Syarifah Nur Fahirah, Syazwani Mohd Asharuddin, dan Marlinda Abdul Malek. 2019. *Turbidity, COD and Total Suspended Solid Removal: Application of Natural Coagulant Cassava Peel Starch*. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), 8(4): 213-221.
- Vigneshwaran., 2020. Recent advancement in the natural fiber polymer composites : A comprehensive review. *Journal OF Cleaner Production*, 277, Sept 2020.
- Yanti, Rusma, Drastinawati, dan Yusnimar. 2018. *Sintesis Kitosan dari Limbah Cangkang Kepiting dengan Variasi Suhu dan Waktu pada Proses Deasetilasi*. Jurnal FTEKNIK, 5(2): 1-7.