

# PENGARUH PERBANDINGAN WAKTU PROSES KOAGULASI KOAGULAN PAC DAN KARBON AKTIF TERHADAP PENURUNAN KADAR COD LIMBAH INDUSTRI KELAPA SAWIT DENGAN METODE JAR TEST

**Gema Fitriyano<sup>1,\*</sup>, Muhamad Daffa Ramadhani<sup>1</sup>, Ismiyati<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Indonesia, Kode Pos 10510

\*E-mail koresponden : [gema.fitriyano@umj.ac.id](mailto:gema.fitriyano@umj.ac.id)

## ABSTRAK

Aktivitas pengolahan pada pabrik minyak kelapa sawit menghasilkan dua jenis limbah, antara lain limbah padat dan limbah cair. limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik pengolah kelapa sawit ialah tandan kosong, serat dan tempurung. Salah satu parameter analisa penting dalam proses pengolahan limbah adalah parameter *Chemical Oxygen Demand* ( COD ). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kondisi reaksi yang optimum untuk menurunkan kadar COD menggunakan metode Jar Test dengan membandingkan 2 koagulan berbeda yaitu Poly Aluminium Chloride (PAC) dan Karbon Aktif. Dalam pengolahan air limbah industri kelapa sawit dengan menggunakan koagulasi adsorpsi pada konsentrasi optimum PAC-Karbon aktif sebesar 80 ppm PAC - 4% karbon aktif dengan perbandingan waktu kontak didapatkan waktu kontak optimum selama 50 menit dengan penurunan kadar COD sebesar 49.60%. Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa dosis koagulan yang optimal dan kondisi adsorpsi koagulasi yang optimum dapat meningkatkan penurunan pengolahan air limbah dalam mengurangi kadar COD.

**Kata kunci:** Limbah, COD, PAC, Karbon Aktif, Koagulasi, Adsorpsi

## ABSTRACT

*The processing activities at palm oil mills generate two types of waste: solid waste and liquid waste. The solid waste produced by these mills includes empty fruit bunches, fibers, and shells. One important analytical parameter in the waste treatment process is Chemical Oxygen Demand (COD). The aim of this study is to determine the optimal reaction conditions for reducing COD levels using the Jar Test method, comparing two different coagulants: Poly Aluminum Chloride (PAC) and Activated Carbon. In the treatment of palm oil industry wastewater using adsorption coagulation at the optimal concentrations of PAC and Activated Carbon 80 ppm PAC and 4% activated carbon—the optimal contact time achieved was 50 minutes, resulting in a COD reduction of 49.60%. This study found that the optimal coagulant dosage and adsorption coagulation conditions can enhance the effectiveness of wastewater treatment in lowering COD levels.*

**Keywords:** Waste, COD, PAC, Activated Carbon, Coagulation, Adsorption

## 1. PENDAHULUAN

Aktivitas pengolahan pada pabrik minyak kelapa sawit menghasilkan dua jenis limbah, antara lain limbah padat dan limbah cair. Menurut Yuniarti dkk (2019) limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik pengolah kelapa sawit ialah tandan kosong, serat dan tempurung. Limbah POME didapatkan dari tiga sumber yaitu air kondensat dari proses sterilisasi, sludge dan kotoran, serta air cucian hidrosiklon. Limbah pada pabrik kelapa sawit terdiri dari limbah padat, cair dan gas. Limbah cair yang dihasilkan pabrik pengolah kelapa sawit ialah air kondensat, air cucian pabrik, air *hidrocyclone* atau *claybath*. Jumlah air buangan tergantung pada sistem pengolahan, kapasitas olah dan keadaan peralatan klarifikasi.

Oleh karena itu pada penelitian kali ini akan dilakukan penurunan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang dimana merupakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Boyd, 1990). Hal ini karena bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat (Boyd, 1990; Metcalf & Eddy, 1991), sehingga segala macam bahan organik, baik yang mudah urai maupun yang kompleks dan sulit urai, akan teroksidasi.

Dengan pengembangan inovasi yaitu menggunakan 2 reagen yang berbeda yaitu PAC dan Karbon Aktif dengan menggunakan metode jar test. Akan terlihat reagen manakah yang lebih efektif dalam penurunan kadar COD pada air limbah sehingga dapat bermanfaat untuk pengolahan limbah dan berdampak baik pada kelestarian alam dan mahluk hidup (Awad, M., dkk, 2013).

## 2. METODE

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya Beaker Glass, Gelas Ukur, Instrument Jar Test, COD Reactor, COD Spectrofotometer, COD Test Tube. Bahan yang digunakan diantaranya Sampel limbah Industri Kelapa Sawit, Koagulan Poly Aluminium Chloride, Koagulan Karbon Aktif.

## Metode Penelitian

Sampel limbah industri kelapa sawit dimasukan kedalam *beaker glass* 250 mL sebanyak 100 mL sampel. Jika sampel dalam kondisi keruh disaring terlebih dahulu untuk menghilangkan suspensi pengotor. Reagen PAC dan karbon aktif dimasukan kedalam setiap beaker glass berisi sampel sesuai dengan dosis optimum yang sudah ditetapkan sebelumnya. Dihitung nilai pH.

Diatur pH pada larutan sampel menjadi pH 6-7 dengan menggunakan  $H_2SO_4/NaOH$ . Jika sudah berkisar di pH 6-7 tidak perlu diatur lagi. Campuran selanjutnya dihomogenkan menggunakan Jar Test dengan setting alat 100 rpm selama variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50 menit. Setelah itu rubah setting alat menjadi 20 rpm selama 10 menit.

Sampel didiamkan sampai padatan tersuspensi mengendap sempurna. Kemudian ditentukan kadar COD pada pada setiap sampel, dan ditentukan waktu adsorpsi optimumnya.

## Metode Analisis

Penyajian data komparatif adalah metode visual untuk menyajikan data yang memungkinkan perbandingan langsung antara beberapa kategori atau variabel. Pada penelitian ini menggunakan persamaan :

$$\% \text{Penurunan} = \frac{\text{Kadar COD awal} - \text{Kadar COD akhir}}{\text{Kadar COD awal}} \times 100\% \quad (1)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian ini, yakni "Pengaruh Perbandingan Waktu Proses Koagulasi Koagulan PAC dan Karbon Aktif Terhadap Penurunan Kadar COD Limbah Industri Kelapa Sawit dengan Metode Jar Test", sampel limbah yang digunakan merupakan air limbah hasil industri kelapa sawit. Variabel yang digunakan ada 2 (dua) fungsi yakni fungsi perbandingan konsentrasi (ppm) reagen Poly Aluminium Chloride-Karbon Aktif dan fungsi waktu adsorpsi koagulan.

Penelitian ini menggunakan proses adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif dikarenakan pengolahan limbah

dengan menggunakan reagen PAC belum memenuhi standar baku mutu untuk dibuang ke lingkungan selain itu juga sebagai salah satu alternatif metode adsorpsi yang digunakan untuk menurunkan kadar COD secara signifikan (Stefany, 2022). Sedangkan kondisi tetap yang digunakan selama proses adsorpsi adalah kecepatan pengadukan dan volume sampel limbah.

Kondisi tetap ini merupakan kondisi yang telah diketahui keadaan optimumnya berdasarkan pada penelitian sebelumnya. Untuk kecepatan pengadukan yang digunakan sebesar 100 rpm selama waktu adsorpsi dan kemudian dirubah 20 rpm selama 10 menit dengan tujuan untuk menstabilkan kondisi adsorpsi setelah proses adsorpsi utama berlangsung. Sedangkan untuk volume sampel limbah yang digunakan adalah sebanyak 100 mL.

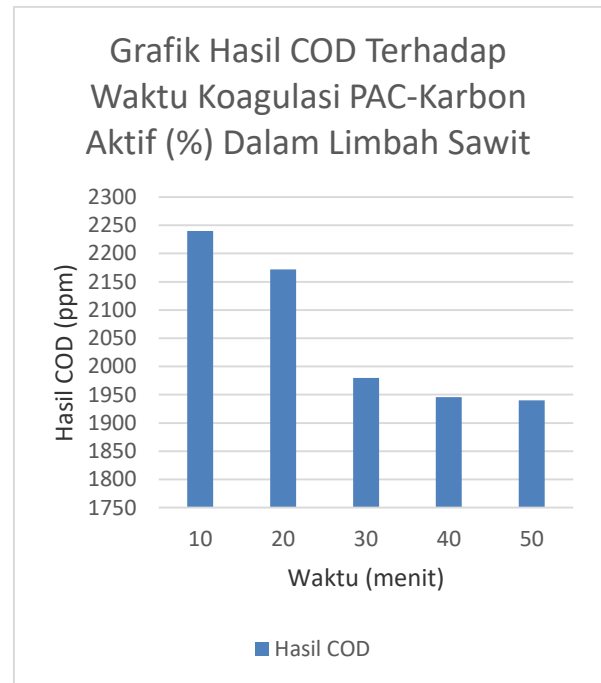
Tabel 1. Pengaruh Durasi Waktu koagulasi PAC-Karbon Aktif Terhadap Penurunan Kadar COD

Volume Limbah (mL).	Waktu (Menit)	Hasil COD (ppm)	%Penurunan
100	0	3849	0
100	10	2240	41.80
100	20	2172	43.57
100	30	1980	48.56
100	40	1946	49.44
100	50	1940	49.60

Dari hasil tabel dan grafik diatas dapat dilihat hasil penurunan kadar COD terbesar yaitu pada 1940 ppm, diperoleh dari konsentrasi karbon aktif yang digunakan sebesar 4% dan koagulan PAC sebesar 80 ppm dengan durasi kontak selama 50 menit. Durasi kontak yang lebih lama membuat penurunan kadar COD menjadi lebih besar sehingga penurunannya meningkat menjadi sebesar 49.60%.

Pada saat proses adsorpsi, adsorben karbon aktif akan melakukan kontak dengan bahan pencemar, dimana karbon aktif akan mengadsorpsi molekul bahan pencemar hingga tercapai kondisi setimbang. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan

penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontakanya cukup (Agustina, Kurnia, & Novilasari, 2015).



Gambar 1. Grafik Hasil COD Terhadap Waktu Koagulasi

Adsorpsi yang terjadi yakni akibat adanya medan gaya pada permukaan adsorben (karbon aktif) yang menarik molekul-molekul adsorbat (limbah cair). Pada proses ini, partikel atau molekul bahan pencemar akan menempel pada permukaan karbon aktif yang disebabkan adanya perbedaan muatan lemah (gaya van der Waals) diantara keduanya (tarik menarik antara muatan positif dari karbon aktif dan gugus karboksil pada bahan pencemar yang bermuatan negatif), sehingga membentuk suatu lapisan tipis partikel-partikel halus pada permukaan karbon aktif. (Widiatmoko, 2004). Berdasarkan dari data diatas maka didapatkan waktu kontak yang optimum yaitu selama 50 menit.

#### 4. KESIMPULAN

Koagulasi adsorpsi pada konsentrasi optimum PAC-Karbon aktif sebesar 80 ppm PAC - 4% karbon aktif dengan perbandingan waktu kontak menunjukkan

penurunan kadar COD dengan durasi kontak terlama menghasilkan penurunan kadar COD terbesar. Berdasarkan hasil yang diperoleh, didapatkan waktu kontak optimum selama 50 menit dengan penurunan kadar COD sebesar 49.60%.

Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa dosis koagulan yang optimal dan kondisi adsorpsi koagulasi yang optimum dapat meningkatkan penurunan pengolahan air limbah dalam mengurangi kadar COD hingga 49.60%. Hasil ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan strategi penggunaan koagulan yang efisien dan berkelanjutan dalam pengolahan limbah industri kelapa sawit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T., Kurnia, L., & Novilasari, D. (2015). Penggunaan Reagen Fenton dan Adsorpsi Terhadap Penurunan Kadar COD pada Air Limbah Pencucian Biji Kopi. *Jurnal Teknik Kimia* No.1, Vol. 21, 48 - 56.
- Awad, M., Li, F., & Hongtao, W. (2013). Application of Natural Clays and Poli Aluminium Chloride (PAC) for Wastewater Treatment. *IJRRAS* Vol 15. No.2, 287-291.
- Boyd, C.E. (1990). *Water Quality In Ponds For Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama. 482.
- Dewi Putri Yuniarti, Ria Komala, Suhadi Aziz. (2019). Pengaruh proses aerasi terhadap pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit di ptpn vii secara aerobik. *Jurnal Online Universitas PGRI Palembang*
- Metcalf & Eddy, Inc. (1991). *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*. 3rd ed. (Revised by: G. Tchobanoglous and F.L. Burton). McGraw-Hill, Inc. New York, Singapore. 1334 p.
- Cindy Stefany, David Andrio, Said Zulamraini. (2022). Pemanfaatan Activated Carbon dalam Meningkatkan Fungsi Koagulan untuk Pengolahan POME (Palm Oil Mill Effluent). *Journal of the Bioprocess, Chemical, and*

*Environmental Engineering Science* No. 3, Vol. 2.

Widiatmoko. (2004). *Penggunaan Bentonit dan Karbon Aktif untuk Menurunkan Nilai COD (Chemical Oxygen Demand) pada Limbah Industri Batik*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.