

# PENGARUH KONSENTRASI NANO ADSORBEN TERHADAP PENURUNAN BAHAN PENCEMAR PADA PROSES ADSORPSI AIR LIMBAH INDUSTRI PENGOLAHAN RUMPUT LAUT

Aisyah Dinda Safira, Prayitno Prayitno.

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia  
[aisyah.dindda@gmail.com](mailto:aisyah.dindda@gmail.com), [[prayitno\\_polmal@yahoo.com](mailto:prayitno_polmal@yahoo.com)]

## ABSTRAK

PT Indonusa Algaemas Prima Malang merupakan salah satu industri pengolahan rumput laut. Perusahaan ini mengolah rumput laut menjadi *Alkali Treated Cottonii Chips* (ATTC) atau suatu senyawa hidrokoloid yang dihasilkan oleh rumput laut jenis *Euchema Cottonii*. Dalam proses produksinya PT. Indonusa Algaemas Prima menghasilkan limbah cair rumput laut yang berasal dari proses pencucian dan pemasakan rumput laut. Pengolahan limbah dilakukan menggunakan serangkaian IPAL dengan salah satunya adalah metode adsorpsi menggunakan karbon aktif berbentuk granular, hal ini lalu menimbulkan permasalahan yaitu dibutuhkan lahan besar serta volume cukup banyak. Sehingga penelitian kali ini bertujuan untuk memberikan solusi dengan menganalisa pengaruh konsentrasi nano karbon aktif dan lama waktu adsorpsi terhadap penurunan kadar BOD, COD, pH, dan kekeruhan pada limbah cair rumput laut. Percobaan dilakukan dengan proses adsorpsi secara *batch* dengan menggunakan adsorben nano karbon aktif berbentuk bubuk (*powder*) yang ditaburkan ke dalam 1000 ml air limbah. Variabel penelitian adalah konsentrasi nano adsorben sebesar 400, 800, dan 1200 mg/L serta lama adsorpsi yaitu 8 jam, 13 jam, dan 18 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan BOD, COD, kekeruhan dan pH maksimal terjadi pada konsentrasi 1200 mg/L dan lama waktu adsorpsi 8 jam dengan rata-rata persen penurunan masing-masing parameter: BOD sebesar 68%, COD sebesar 32%, kekeruhan sebesar 15%, dan sebesar pH 5%.

**Kata kunci:** Adsorpsi, Limbah Rumput Laut, Nano Adsorpsi, Nano Karbon Aktif.

## ABSTRACT

*PT Indonusa Algaemas Prima is one of the seaweed processing industries. This company processes seaweed into Alkali Treated Cottonii Chips (ATTC) or a hydrocolloid compound produced by Euchema Cottonii type seaweed. In the production process PT. Indonusa Algaemas Prima produces seaweed liquid waste from the washing and cooking process of seaweed. Waste treatment is carried out using a series of WWTPs, one of them is the adsorption method using granular activated carbon, this then causes new problems such as the need for a larger area to collect the activated carbon and also the sufficient amount of activated carbon. The purpose of the study is to analyze the effect of nano activated carbon concentration and adsorption time on decreasing levels of BOD, COD, pH, and turbidity in seaweed wastewater. The experiment carried out with a batch adsorption process using activated carbon in the form of powder (powder) which was sprinkled into 1000 ml of wastewater. The research variables are the concentration of the nano adsorbent of 400, 800, dan 1200 mg/L and the adsorption time of 8, 13, and 18 jams. The results showed that the maximum decrease in BOD, COD, turbidity, and pH occurred at the adsorbent concentration of 1200 mg/L and the adsorption time of 8 jams with an average percent decrease in each parameter of BOD 68%, COD 32%, turbidity 15%, and a pH of 5%.*

**Keywords:** Adsorption, Nano Activated Carbon, Nano Adsorption, Seaweed Wastewater.

## 1. PENDAHULUAN

Limbah cair rumput laut yang dihasilkan oleh PT. Indonusa Algaemas Prima berasal dari proses pencucian dan proses pemasakan rumput laut. Limbah cair rumput laut yang dihasilkan oleh PT. Indonusa Algaemas Prima untuk mencapai nilai baku mutu air limbah sesuai yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri No. 5 Tahun 2013 diolah melalui beberapa proses pengolahan diantaranya secara koagulasi, sedimentasi, lalu pengolahan dengan metode biologi aerob, dan terakhir metode adsorpsi menggunakan karbon aktif berbentuk granular. Hal ini kemudian menimbulkan permasalahan yaitu dibutuhkannya lahan cukup besar untuk tempat menampung karbon aktif yang dan juga dibutuhkan karbon aktif dalam volume cukup banyak, karena hal ini proses adsorpsi yang terjadi menjadi kurang efisien. Beberapa tahun terakhir teknologi nano banyak digunakan karena keefektifannya dalam mengurangi konsentrasi bahan pencemar pada berbagai macam air limbah. Nano adsorben memiliki berbagai macam jenis, namun adsorben yang memiliki selektivitas dan kapasitas tinggi serta dapat digunakan secara berulang-ulang merupakan adsorben terbaik [1]. Nano karbon aktif dinilai menjadi salah satu jenis adsorben yang memenuhi kriteria tersebut karena memiliki luas permukaan besar meskipun dengan penggunaan dalam jumlah yang cukup sedikit, serta dapat digunakan berulang kali.

Sudah banyak dilakukan penelitian terhadap nano adsorben karbon aktif dan keefektifannya sebagai adsorben, hal ini dikarenakan nano karbon aktif memiliki luas permukaan yang besar, daya serap polutannya tinggi, dan mudah didapatkan dengan harga terjangkau di pasaran [2,3]. Dalam penelitian Aris Munandar, dkk [1] penggunaan nano karbon aktif untuk mengurangi konsentrasi COD pada limbah cair kelapa sawit, dalam proses adsorpsi selama 8 jam nano karbon aktif dapat menyisihkan 93,15% kandungan COD yang terdapat pada limbah cair kelapa sawit, sedangkan nano adsorben berjenis nano zeolite hanya mampu menyisihkan kandungan COD sebesar 85,11% [1]. Menurut Widodo dkk [4] nilai optimal penyerapan COD oleh karbon aktif adalah dengan massa 2,5 gram dan 9 yang masing-masing dapat menyerap limbah sebesar 67,3% dan 87% [4].

Dari data-data yang didapatkan ini kemudian diharapkan nano karbon aktif yang akan digunakan sebagai adsorben pada penelitian kali ini juga dapat menyisihkan kandungan bahan-bahan pencemar lainnya seperti BOD, kekeruhan, dan pH yang terdapat pada limbah cair rumput laut secara maksimal. Tujuan dari penelitian ini nantinya adalah untuk Menganalisa pengaruh konsentrasi nano karbon aktif dan waktu adsorpsi terhadap penurunan kadar BOD, COD, pH, dan kekeruhan pada limbah cair rumput laut.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian kali ini limbah cair rumput laut diproses menggunakan proses adsorpsi *batch* dengan adsorben nano karbon aktif berbentuk bubuk (*powder*) yang ditaburkan kedalam 1000 ml air limbah. Variabel yang digunakan pada penelitian kali ini adalah berat nano adsorben sebesar 400 mg/L, 800 mg/L, dan juga 1200 mg/L dengan waktu adsorpsi selama 8 jam, 13 jam, dan 18 jam. Untuk memaksimalkan pengontakkan antara limbah cair rumput laut dengan nano adsorben karbon aktif, dilakukan proses pengadukan selama kurang lebih dua menit. Parameter yang dianalisa adalah BOD, COD, turbidity, dan juga pH. Analisa diamati dengan mencari hubungan antara konsentrasi nano adsorben dan waktu adsorpsi

yang digunakan pada percobaan dengan keefektifannya dalam mengurangi presentase bahan pencemar dalam limbah cair rumput laut.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi berat nano adsorben yang digunakan berpengaruh terhadap luas bidang kontak antara adsorben dengan adsorbat. Peningkatan jumlah nano adsorben yang digunakan nantinya juga akan meningkatkan jumlah permukaan kontak adsorben sehingga proses penyerapannya akan semakin baik[1]. Dari hasil penelitian sebelumnya pada percobaan daya serap limbah, semakin lama waktu pengadukan (waktu kontak) dan semakin berat nano karbon aktif yang digunakan maka semakin besar pengurangan bahan pencemar dalam limbah [4]. Hal ini dikarenakan konsentrasi bahan pencemar yang terdapat dalam limbah akan melewati pori-pori lebih lama, semakin banyak pori-pori yang dilewati, maka semakin besar penyerapan limbah. Pada penelitian kali ini, pada waktu adsorpsi 13 jam nano karbon aktif sudah bekerja secara maksimal dan mulai mengalami kejenuhan, jadi meski waktu adsorpsi ditambah hingga 18 jam nantinya tidak akan terjadi penyisihan bahan pencemar lagi karena nano karbon aktif telah kehilangan kemampuan dalam menyerap bahan pencemar (jenuh).

#### 3.1. Karakteristik Awal Limbah Cair Rumput Laut dan Nano Karbon Aktif Hasil Analisa Awal

Sebelum digunakan untuk percobaan dilakukan pengukuran parameter bahan pencemar yaitu COD, BOD, Turbidity, dan pH. Analisa awal air limbah rumput laut dari PT. Indonusa Algaemas Prima sebelum di proses didapatkan nilai parameter sebagai berikut:

**Tabel 1.** Nilai parameter awal air limbah cair rumput laut PT. Indonusa Algaemas Prima

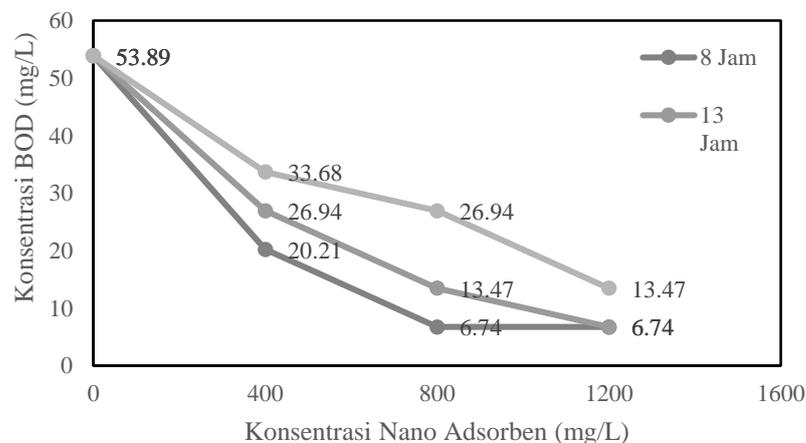
Parameter	Nilai
COD, mg/L	84,4
BOD, mg/L	53,8
Turbidity, NTU	8,58
pH	8,5

Nilai parameter awal air limbah cair rumput laut ini jika dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2013 [5] sebenarnya sudah memenuhi baku mutu dikarenakan air limbah yang digunakan untuk percobaan sebelumnya sudah melewati beberapa tahapan proses pengolahan. Meskipun sudah melewati beberapa proses pengolahan, air limbah cair rumput laut ini masih berbau cukup menyengat sehingga diperlukan proses pengolahan limbah tambahan untuk menghilangkannya yaitu dengan proses adsorpsi menggunakan nano karbon aktif.

#### 3.2. Hubungan Konsentrasi Nano Adsorben dan Lama Waktu Adsorpsi Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD

Analisa BOD dilakukan pada sampel awal limbah dan sampel setelah pengolahan limbah. Menggunakan metode botol winkler, pengukuran jumlah oksigen terlarut dilakukan

pada saat sebelum dan sesudah inkubasi selama 5 hari dengan suhu operasi 20°C. Pengukuran kadar BOD dalam air limbah dilakukan dengan tujuan sebagai suatu pendekatan umum yang menyatakan banyaknya jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat-zat organik yang tersuspensi dalam air. Besarnya kadar BOD pada air limbah menandakan besarnya kadar oksigen yang diperlukan mikroorganisme untuk menguraikan zat-zat organik dalam air limbah. Jika nilai BOD pada suatu pengukuran tinggi, kadar oksigen yang diperlukan mikroorganisme juga tinggi. Hal ini menandakan bahwa kandungan polutan-polutan organik dalam air limbah tersebut juga tinggi. Semakin tinggi nilai BOD maka semakin tinggi pula kandungan pencemar organik dalam air limbah tersebut [6]. Penurunan konsentrasi BOD pada limbah cair rumput laut dapat dilihat dalam Gambar 1

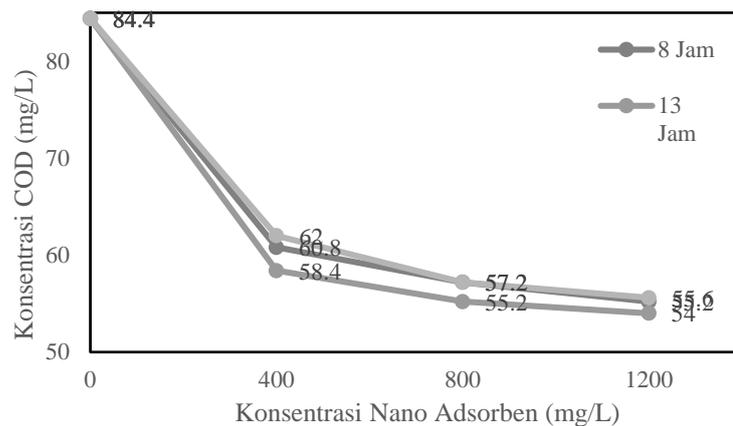


**Gambar 1.** Pengaruh konsentrasi nano karbon aktif terhadap penurunan konsentrasi BOD

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa konsentrasi BOD berbanding terbalik dengan besar konsentrasi nano adsorben sedangkan berbanding lurus dengan lama waktu adsorpsi. Nilai konsentrasi BOD terkecil terdapat pada konsentrasi nano adsorben 800 mg/L dengan waktu adsorpsi selama 8 jam dan 1200 mg/L dengan lama waktu adsorpsi 8 jam dan 13 jam yaitu sebesar 6,74 mg/L, sedangkan, nilai konsentrasi BOD tertinggi didapatkan pada konsentrasi 400 mg/L dengan lama waktu adsorpsi 18 jam sebesar 33,68 mg/L. Pada waktu kontak 13 jam dan 18 jam di semua variabel berat nano adsorben mengalami kenaikan, hanya pada berat 1200 mg/L saja nilai konsentrasi pada waktu 13 jam sama dengan waktu adsorpsi 8 jam. Hal ini terjadi karena pada waktu adsorpsi 13 jam dan 18 jam nano adsorben sudah mulai mengalami kejenuhan sehingga tidak dapat lagi menyerap bahan pencemar dengan maksimal. Sehingga konsentrasi nano adsorben yang efektif digunakan untuk menurunkan konsentrasi BOD adalah sebesar 1200 mg/L dengan lama waktu adsorpsi selama 8 jam hingga 13 jam.

### 3.3. Hubungan Konsentrasi Nano Adsorben dan Lama Waktu Adsorpsi Terhadap Penurunan Konsentrasi COD

COD (*Chemical Oxygen Demand*) atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen ( $O_2$ ) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik dalam suatu sampel air yang mana dalam penelitian kali ini merupakan air limbah [7]. Penurunan konsentrasi COD pada limbah cair rumput laut yang telah di proses pada percobaan kali ini dapat dilihat sebagai berikut:

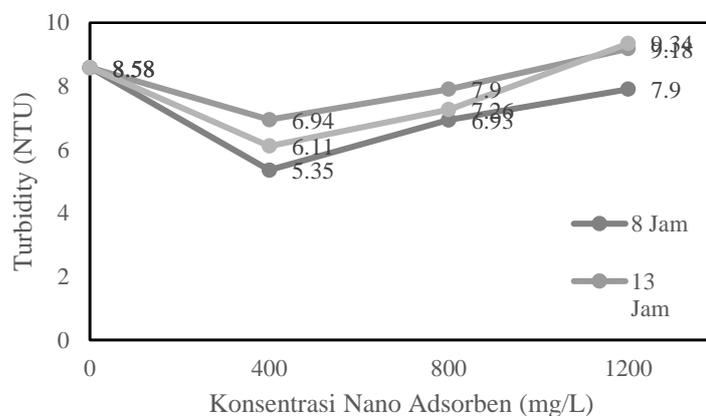


**Gambar 2.** Pengaruh konsentrasi nano karbon aktif terhadap penurunan konsentrasi COD

Dari grafik nilai konsentrasi COD terkecil terdapat pada konsentrasi nano adsorben 1200 mg/L dengan lama waktu adsorpsi 13 jam yaitu sebesar 54 mg/L. Dari grafik juga dapat dilihat jika pada semua variabel di waktu adsorpsi 13 jam konsentrasi COD mengalami penurunan, sedangkan pada waktu adsorpsi 18 jam mengalami kenaikan. Untuk nilai konsentrasi COD tertinggi terdapat pada konsentrasi nano adsorben 400 mg/L dengan lama waktu adsorpsi 18 jam sebesar 62 mg/L. Hal ini disebabkan pada waktu adsorpsi 18 jam nano adsorben sudah mengalami kejenuhan sehingga nilai konsentrasi COD mengalami kenaikan, selain itu berat nano adsorben yang terlalu sedikit juga menjadi salah satu faktor penyebab tidak maksimalnya penyerapan. Sehingga berat nano adsorben yang efektif digunakan untuk menurunkan nilai konsentrasi COD yang terkandung dalam air limbah cair rumput laut adalah sebesar 1200 mg/L dengan lama waktu adsorpsi selama 13 jam.

### 3.4. Hubungan Konsentrasi Nano Adsorben dan Lama Waktu Adsorpsi Terhadap Penurunan Turbidity (Kekeruhan)

Penurunan nilai turbidity atau kekeruhan pada limbah cair rumput laut pada percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 3



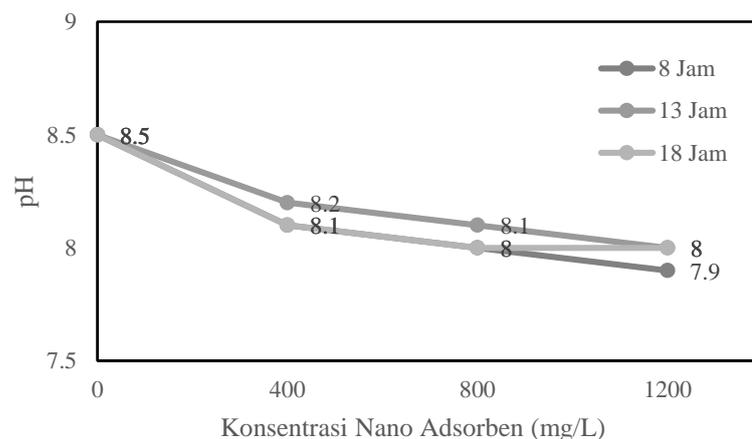
**Gambar 3.** Hubungan konsentrasi nano karbon aktif dan konsentrasi penurunan turbidity

Dari grafik diatas nilai kekeruhan atau turbidity cenderung mengalami kenaikan dan mengalami penurunan sangat sedikit. Hal ini dikarenakan pada saat percobaan masih cukup

banyak partikel-partikel nano karbon aktif yang tidak ikut terendapkan dan menimbulkan kekeruhan pada limbah cair rumput laut yang diteliti. Untuk mengurangi kekeruhan, sebelum dilakukan pengukuran sampel disaring terlebih dahulu menggunakan dua *layer* kertas saring whatmann nomor satu dan beberapa kali penyaringan, namun hasilnya kurang maksimal karena ukuran nano adsorben yang masih lebih kecil daripada kertas saring. Nilai kekeruhan terendah yang didapatkan sebesar 6,11 NTU pada konsentrasi nano adsorben 400 mg/L dan waktu adsorpsi 18 jam, sedangkan yang tertinggi terdapat pada konsentrasi nano adsorben 1200 mg/L dengan waktu adsorpsi 18 jam. Nilai terendah ini sebenarnya sudah berada dibawah nilai turbidity awal limbah sebesar 8,58 NTU dan menunjukkan bahwa nano karbon aktif dapat mengurangi nilai kekeruhan dalam air limbah, namun hal ini kemudian tidak dapat dijadikan patokan karena nilai yang didapatkan tidak konsisten. Sehingga penggunaan nano adsorben bentuk bubuk kurang maksimal digunakan untuk analisa penentuan nilai turbidity atau kekeruhan pada air limbah.

### 3.5. Hubungan Konsentrasi Nano Adsorben dan Lama Waktu Adsorpsi Terhadap Penurunan pH

Penurunan pH pada limbah cair rumput laut yang telah diproses dapat dilihat pada Gambar 4



**Gambar 4.** Presentasi konsentrasi nano karbon aktif terhadap penurunan konsentrasi pH

Dari grafik dapat dilihat jika nilai pH cenderung konstan yaitu sekitar 8 dengan nilai pH terendah pada konsentrasi 1200 mg/L dan waktu adsorpsi 8 jam. Meskipun cenderung konstan namun nilai pH sebenarnya mengalami penurunan dibandingkan dengan nilai pH sebelum limbah di proses yaitu sebesar 8,5. Pada waktu adsorpsi 8 jam nilai pH cenderung lebih rendah daripada pada pada waktu adsorpsi 13 jam dan 18 jam, pada waktu adsorpsi 13 jam nilai pH cenderung mengalami kenaikan, kemudian pada waktu adsorpsi 18 jam mengalami penurunan ataupun konstan. Sehingga dapat disimpulkan jika waktu adsorpsi efektif untuk mengukur nilai pH adalah selama 8 jam dengan berat nano adsorben efektif sebanyak 1200 mg/L.

### 3.6. Rata-Rata Persen Penurunan Kandungan bahan Pencemar dari Hasil Percobaan

Dari hasil percobaan, kemudian didapatkan nilai persen penurunan untuk masing-masing parameter bahan pencemar pada tabel berikut:

**Tabel 2.** Presentase penurunan konsentrasi bahan pencemar dalam limbah cair rumput laut

Variabel		Penurunan			
Konsentrasi Adsorben (mg/L)	Waktu (Jam)	Penurunan BOD (%)	Penurunan COD (%)	Penurunan Turbidity (%)	Penurunan pH (%)
400		63	28	38	5
800	8	88	32	19	6
1200		88	35	8	7
400		50	31	19	4
800	13	75	35	8	5
1200		88	36	-7	6
400		38	27	29	5
800	18	50	32	15	6
1200		75	34	-9	6
Rata-Rata		68	32	13	5

Dari data yang didapat, pada parameter BOD penurunan tertinggi terjadi pada konsentrasi nano adsorben sebesar 1200 mg/L dengan persen penurunan 88% pada waktu adsorpsi 8 jam dan 13 jam serta 75% pada waktu adsorpsi 13 jam. Untuk parameter COD persen penurunan tertinggi terjadi pada waktu adsorpsi 13 jam dan besar konsentrasi nano adsorben 1200 mg/L, persen penurunannya sebesar 36%. Parameter turbidity atau kekeruhan persen penurunannya mengalami *error* dan menghasilkan persen penurunan bernilai minus pada konsentrasi 1200 dengan waktu adsorpsi 13 jam dan 18 jam. Persen penurunan didapatkan sebesar -7% dan -9% yang mana mengartikan bahwa sampel mengalami kekeruhan dan nilainya melampaui nilai kekeruhan awal, ini disebabkan karena partikel nano adsorben tidak terendapkan secara sempurna. Pada penurunan parameter pH didapatkan presentase penurunan terendah sebesar 7% pada konsentrasi adsorben 1200 mg/L dan waktu adsorpsi 8 jam. Presentase penurunan pH terbilang cukup rendah dan cenderung konstan dikarenakan nilai awal pH limbah rumput laut sudah relatif rendah.

## 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa besar konsentrasi nano adsorben karbon aktif yang digunakan berpengaruh terhadap penurunan BOD, COD, pH dan kekeruhan pada air limbah cair rumput laut. Penurunan terjadi secara maksimal pada konsentrasi 1200 mg/L. Sedangkan untuk lama waktu adsorpsi, nano karbon aktif maksimal menyerap bahan pencemar pada waktu 13 jam dengan rata-rata persen penurunan masing-masing parameter: BOD sebesar 68%, COD sebesar 32%, kekeruhan sebesar 15%, dan sebesar pH 5%.

## REFERENSI

- [1] Munandar A., Muhammad S., and Mulyati S., 2016, *Penyisihan COD dari Limbah Cair Kelapa Sawit menggunakan Nano Karbon Aktif Removal of COD from Palm Oil Mill Effluent ( POME ) by using Nano-Activated Carbon*, J. Rekayasa Kim. dan Lingkungan., vol. 11, no. 1, pp. 24–31.
- [2] Li et al Y. H., 2007, *Carbon nanotubes - The promising adsorbent in wastewater treatment*, J. Phys. Conf. Ser., vol. 61, no. 1, pp. 698–702.
- [3] Takwanto A., Mustain A., and Sudarminto H. P., 2018 , *Penurunan Kandungan Polutan pada Lindi dengan Metode Elektrokoagulasi-Adsorpsi Karbon Aktif untuk Memenuhi Standar Baku Mutu Lingkungan*, J. Tek. Kim. dan Lingkungan., vol. 2, no. 1, p. 11-16.
- [4] Ulum M., Gani A., and Widodo, 2011, *Percobaan Penyerapan Limbah Industri Menggunakan Karbon Aktif dari Batubara Tanjung Tabalong , Kalimantan Selatan Experiment of Industrial Waste Absorption using Activated Carbon*, Indones. J. Geosci., vol. 6, no. 4, pp. 239–248.
- [5] Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2014, *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah*, Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan., pp. 1–83.
- [6] Pungus M., Palilingan S., and Tumimomor F., 2019, *Penurunan kadar BOD dan COD dalam limbah cair laundry menggunakan kombinasi adsorben alam sebagai media filtrasi*, Fuller. J. Chem., vol. 4, no. 2, pp. 54–60.
- [7] Setyawati H., Rakhman N., and Anggorowati D., *Penerapan Penggunaan Arang Aktif Sebagai Adsorben Untuk Proses Adsorpsi Limbah Cair Di Sentra Industri Tahu Kota Malang*, Spectra, vol. XIII, no. 26, pp. 67–78, 2015.