

## Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Adsorben dalam Menurunkan Kadar BOD, COD di Air Waduk Manggar Kota Balikpapan

Nia Febrianti<sup>1\*</sup>, Vina Mauliana<sup>2</sup>, Rahmi Yorika<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia

\*[niafebrianti@lecturer.itk.ac.id](mailto:niafebrianti@lecturer.itk.ac.id)

### Abstract

Balikpapan City is a city that does not have a large river to supply raw water like in several other cities, so to meet the water needs of the community, the main source of raw water is obtained from surface water from the Manggar Reservoir. The presence of high amounts of organic contaminants such as BOD and COD will affect water quality if treatment is not carried out to reduce these pollutants. One of the efforts that can be made to reduce pollutant levels is by the adsorption process using natural adsorbents, namely activated carbon from cassava peels. This research was conducted to find out how the effect of mass, contact time and the effectiveness of adsorbents from activated carbon of cassava peels in reducing BOD and COD levels in Manggar reservoir water, Balikpapan City. The adsorption process was carried out using variations in mass of 1, 3, 5, 7 and 9 gr and contact time variations of 30, 45, 60, 75 and 90 minutes. Based on the results of the study, the efficiency of reducing the BOD concentration of the adsorbent of activated carbon from cassava peels was 95.06% from the initial concentration of 8.3 mg/L to 0.41 mg/L at the optimum mass of 5 grams and the efficiency of reducing the COD concentration was 100% of the initial concentration of 28.54 mg/L to 0 mg/L at an optimum mass of 3 grams with a contact time of 30 minutes. From the results of the statistical analysis tests performed, it was found that the mass variation of the adsorbent did not significantly affect the decrease in BOD and COD concentrations, while the contact time had a significant effect only on the decrease in BOD concentrations.

Keywords: Adsorption, BOD, Cassava Peel Activated Carbon Adsorbent, COD, Reservoir Water.

### Abstrak

Kota Balikpapan merupakan Kota yang tidak memiliki sungai besar untuk memasok air baku seperti di beberapa Kota lainnya, sehingga untuk memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat, sumber air baku utama yaitu diperoleh dari air permukaan yang berasal dari Waduk Manggar. Adanya bahan pencemar organik dalam jumlah yang tinggi seperti BOD dan COD akan mempengaruhi kualitas air jika tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu untuk mengurangi polutan tersebut. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar polutan yaitu dengan proses adsorpsi memakai adsorben alami yaitu karbon aktif dari kulit singkong. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari massa, waktu kontak serta efektivitas adsorben dari karbon aktif kulit singkong dalam penurunan kadar BOD dan COD pada air waduk Manggar Kota Balikpapan. Proses adsorpsi dilakukan dengan menggunakan variasi massa sebanyak 1, 3, 5, 7, dan 9 gr serta variasi waktu kontak 30, 45, 60, 75 dan 90 menit. Berdasarkan hasil penelitian, efisiensi penurunan konsentrasi BOD dari adsorben karbon aktif kulit singkong yaitu sebesar 95,06% dari konsentrasi awal yaitu sebesar 8,3 mg/L menjadi 0,41 mg/L pada massa optimum yaitu 5 gram dan efisiensi penurunan konsentrasi COD sebesar 100% dari konsentrasi awal yaitu sebesar 28,54 mg/L menjadi 0 mg/L pada massa optimum 3 gram dengan waktu kontak selama 30 menit. Dari hasil uji analisis statistik yang dilakukan didapatkan bahwa variasi massa adsorben tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan konsentrasi BOD dan COD, sedangkan waktu kontak berpengaruh signifikan hanya terhadap penurunan konsentrasi BOD.

Kata Kunci: Adsorpsi, Adsorben Karbon Aktif Kulit Singkong, Air Waduk, BOD, COD.

### 1. PENDAHULUAN

Kota Balikpapan merupakan Kota yang tidak memiliki sungai besar untuk memasok air

baku seperti di beberapa Kota lainnya. Sehingga agar dapat memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat Kota Balikpapan, sumber air

baku utama yaitu diperoleh dari air permukaan dan juga air tanah. Air permukaan dapat diperoleh dari waduk tadah hujan buatan yaitu Waduk Manggar yang berlokasi di kawasan hutan lindung sungai Manggar. Saat ini, sebagian besar kondisi Waduk Manggar merupakan hutan lindung yang dimana juga terdapat pemukiman, kegiatan jasa, maupun peternakan. Berdasarkan data kualitas air Balikpapan Tahun 2020, nilai konsentrasi parameter BOD dan COD pada air Waduk Manggar melebihi baku mutu kelas satu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 yaitu sebesar 6 mg/L dan 59 mg/L. Tingginya konsentrasi BOD dan COD pada air Waduk Manggar tersebut dapat disebabkan karena adanya bahan pencemar organik dalam jumlah yang tinggi dan karena adanya peningkatan aliran limbah domestik dari pemukiman ke Waduk Manggar sehingga hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas air Waduk Manggar Kota Balikpapan. Tingginya kadar polutan BOD dan COD menunjukkan bahwa jumlah mikroorganisme baik secara patogen maupun tidak patogen yang terdapat dalam air berjumlah banyak sehingga harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu untuk mengurangi polutan tersebut.

Untuk menurunkan kadar polutan tersebut, upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan metode adsorpsi. Metode adsorpsi dipilih karena metode ini memiliki efisiensi cukup tinggi dalam menurunkan polutan dan dapat memanfaatkan bahan-bahan alami yang dijadikan karbon aktif sebagai adsorben (Rahmi and Sajidah, 2017). Bahan yang mempunyai potensi untuk dijadikan karbon aktif sebagai adsorben salah satunya adalah kulit singkong. Beberapa kandungan yang terdapat dalam kulit singkong diantaranya C 59,31%; H 9,78%; O 28,74%; N 2,06%; S 0,11%; Abu 0,3% dan H<sub>2</sub>O 11,4%. Selain itu kulit singkong memiliki kadar karbohidrat yang tinggi, sehingga mengindikasikan unsur karbon yang tinggi dan berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai adsorben (Sailah, dkk, 2020). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Balikpapan hasil produksi singkong Tahun 2019 mencapai 12.032 ton. Kota Balikpapan merupakan kota yang cukup banyak memanfaatkan singkong mulai dari proses produksi bahan baku hingga pengolahan menjadi bahan makanan sehingga limbah yang dihasilkan berupa kulit singkong juga cukup besar. Kulit singkong yang biasanya

hanya dianggap sebagai limbah, namun sebenarnya dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif. Tidak hanya sebagai salah satu upaya memanfaatkan limbah yang ada, namun juga bahan tersebut mudah didapatkan dan memiliki nilai ekonomis (Pratiwi and Dewi, 2017). Oleh karena itu, sebagai upaya untuk memanfaatkan limbah kulit singkong maka dilakukan analisis efektivitas karbon aktif kulit singkong yang dijadikan adsorben untuk menurunkan nilai polutan BOD, COD pada air Waduk Manggar Kota Balikpapan dengan variasi massa dan lama waktu kontak yang digunakan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan yaitu *furnace*, neraca analitik, kaca arloji, *beaker glass*, erlenmeyer, mortar dan alu, ayakan 100 *mesh*, kertas saring, *hot plate* dan *magnetic stirrer*, pH meter dan pompa vakum. Bahan yang digunakan yaitu kulit singkong, air sampel Waduk Manggar Kota Balikpapan, *aquadest*, larutan NaOH, dan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

### 2.2 Pembuatan Adsorben Kulit Singkong

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian yaitu mencuci kulit singkong hingga bersih kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari. Setelah itu dilakukan proses karbonisasi dengan menggunakan *furnace* pada suhu 500°C dengan waktu 20 menit. Karbon aktif kulit singkong dihaluskan dengan mortar dan alu yang kemudian diayak dengan ayakan 100 *mesh*. Proses aktivasi karbon aktif kulit singkong dilakukan dengan merendam kulit singkong dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N selama 24 jam, kemudian pH diukur dan didapatkan nilai pH sebesar 3, sehingga perlu ditambahkan bahan kimia yang bersifat basa yaitu larutan NaOH hingga mencapai pH netral. Karbon aktif kulit singkong disaring dan di oven untuk menghilangkan kadar air pada suhu yang telah diatur yaitu 110°C selama 3 jam.

### 2.3 Proses Adsorpsi Dengan Sistem Batch

Proses Adsorpsi dilakukan dengan menggunakan air sampel 500 ml yang diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada masing-masing variasi massa yaitu 1, 3, 5, 7, dan 9 gram dan pada masing-masing waktu kontak yaitu 30, 45, 60, 75, dan 90 menit. Air sampel

kemudian disaring untuk memisahkan adsorben dari air sampel yang telah diuji.

## 2.4 Analisis Data

Setelah berbagai tahapan penelitian dilakukan, kemudian dilakukan analisis dan pembahasan mengenai hasil yang didapat seperti massa dan waktu optimum, hubungan pengaruh massa dan waktu kontak terhadap penurunan kadar BOD, COD, melakukan perhitungan efektivitas, penentuan model isoterm adsorpsi, dan uji analisis statistik. Perhitungan efektivitas dilakukan agar mengetahui % removal penyisihan kadar BOD dan COD menggunakan karbon aktif kulit singkong. Adapun perhitungan efektivitas adsorben dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100 \% \quad (2.1)$$

Keterangan:

$\eta$  = Efektivitas

$C_1$  = Konsentrasi awal BOD, COD (mg/L)

$C_2$  = Konsentrasi akhir BOD, COD (mg/L)

Selanjutnya menentukan model isoterm Freundlich dengan memplot nilai log  $C_e$  terhadap Log (x/m) dan Langmuir dengan memplot nilai  $C_e$  terhadap  $C_e/(x/m)$ . Menurut (Mayangsari, 2021) hasil uji isoterm Freundlich dan Langmuir didasarkan pada nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) yang terbesar diantara hasil data yang didapatkan. Persamaan yang digunakan yaitu dapat dilihat dibawah ini:

Isoterm Freundlich:

$$q_e = K_f \cdot C_e^{1/n} \quad (2.2)$$

$$\text{Log } q_e = \text{log } K_f + \frac{1}{n} \text{log } C_e \quad (2.3)$$

Isoterm Langmuir:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_e} C_e + \frac{1}{K_L \cdot q_m} \quad (2.4)$$

Uji analisis statistik dilakukan agar mengetahui pengaruh adsorben karbon aktif kulit singkong terhadap penurunan konsentrasi BOD dan COD berdasarkan variasi massa dan waktu kontak yang digunakan. Uji analisis yang digunakan terdiri dari uji normalitas, uji homogenitas dan yang terakhir yaitu uji anova. Tujuan adanya uji anova yaitu untuk menempatkan variabel-variabel bebas penting dalam suatu studi dan untuk menentukan bagaimana mereka berinteraksi dan saling mempengaruhi (Rahmawati and Erina, 2020).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Karakteristik Air Waduk Manggar

Air sampel diambil pada titik tepi di dekat pompa hisap PDAM Kota Balikpapan dengan air sampel yang dibutuhkan yaitu sebanyak 25 L. Adapun karakteristik air Waduk Manggar Kota Balikpapan dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1 Karakteristik Air Waduk Manggar

No	Parameter	Satuan	Hasil Pemeriksaan	Baku Mutu*)
1.	BOD	mg/L	8,3	2
2.	COD	mg/L	28,54	10

\*) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021

Berdasarkan Tabel 1 di atas diketahui bahwa nilai konsentrasi BOD dan COD masih melebihi nilai baku mutu lingkungan kelas satu yang diperuntukkan sebagai sumber baku air minum. Tingginya nilai kandungan BOD pada air Waduk Manggar disebabkan karena adanya kandungan bahan pencemar organik dalam jumlah yang tinggi yang dapat berasal dari ranting-ranting pohon dan dedaunan yang membusuk di sekitaran air Waduk, sedangkan tingginya nilai kandungan COD pada air Waduk Manggar yaitu dapat disebabkan karena adanya aliran dari limbah domestik yang berupa air bekas mandi, mencuci, dan dari limbah rumah tangga yang mengandung bahan organik (Rezagama and Tamlikha, 2016).

### 3.2 Karakteristik Adsorben Kulit Singkong

Adapun karakteristik dari adsorben yaitu memiliki ukuran 100 mesh dan berbentuk serbuk. Hasil karakterisasi adsorben karbon aktif kulit singkong meliputi uji kadar air yang mengacu pada SNI-06-3730-1995. Tabel 2 di bawah ini menunjukkan hasil uji kadar air yang didapatkan.

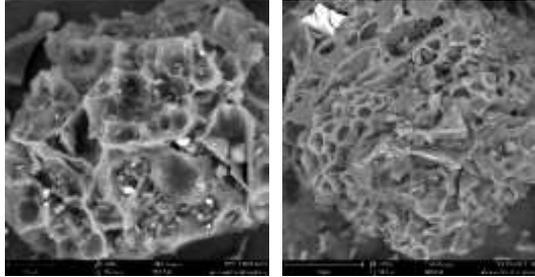
Tabel 2 Karakterisasi Uji Kadar air Karbon Aktif Kulit Singkong

No.	Jenis Uji	Baku Mutu*)	Hasil Uji
1.	Kadar Air	Maks. 15%	0,071%

\*) SNI-06-3730-1995

Menurut (Putri, 2019) rendah dan tingginya kadar air dari hasil pengujian, menunjukkan banyak sedikitnya air yang menutupi pori-pori dari adsorben yang akan mempengaruhi penyerapan adsorbat terhadap adsorben. Dari hasil uji, persentase kadar air karbon aktif kulit singkong sebesar 0,071% yang dimana nilai hasil uji tersebut masih belum melebihi nilai

batas maksimal yaitu 15% sehingga telah memenuhi Standar Baku Mutu yang digunakan. Selanjutnya dilakukan uji analisis SEM (*Scanned Electron Microscope*) untuk mengetahui perbedaan bentuk permukaan pori dari karbon aktif kulit sebelum dan setelah proses aktivasi. Hasil uji SEM karbon aktif kulit singkong dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut:

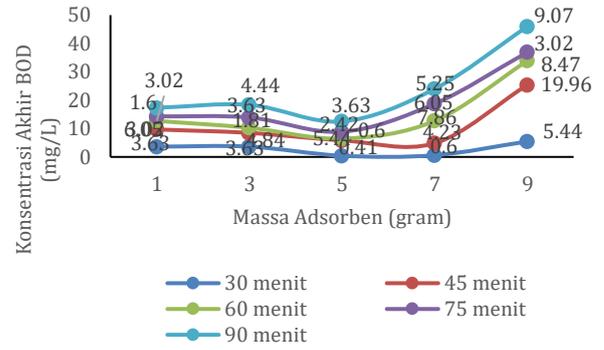


(a) (b)  
**Gambar 1** Hasil Analisis Uji SEM Karbon Aktif Kulit Singkong  
 (a) sebelum aktivasi, (b) setelah aktivasi

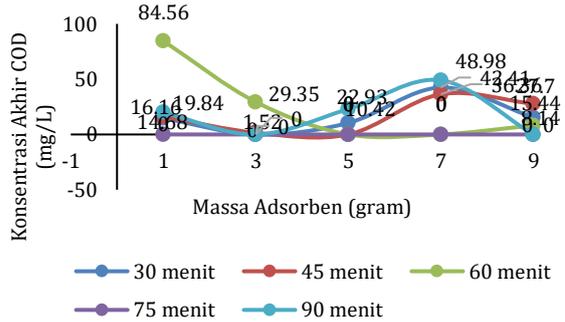
Gambar 3.1 menunjukkan hasil uji SEM karbon aktif kulit singkong sebelum dan setelah diaktivasi. Sebelum diaktivasi tampak permukaan masih terdapat pengotor hasil sisa proses karbonisasi dibandingkan dengan setelah aktivasi yang menunjukkan permukaan karbon aktif kulit singkong terlihat bersih dan jumlah pori yang dihasilkan semakin banyak. Oleh karena itu, dapat dilihat bahwa proses aktivasi akan mempengaruhi jumlah pori-pori karbon aktif kulit singkong sehingga dapat meningkatkan kemampuan dalam penyerapan adsorbat.

**3.3 Pengaruh Variasi Massa dan Waktu Kontak Adsorben Terhadap Parameter BOD dan COD**

Adapun pengaruh massa dan waktu kontak adsorben kulit singkong terhadap parameter BOD dan COD dalam proses adsorpsi dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 2 dan 3 di bawah ini:



**Gambar 2** Grafik Nilai Konsentrasi Akhir BOD



**Gambar 3** Grafik Nilai Konsentrasi Akhir COD

Dapat dilihat pada Gambar 2 bahwa massa adsorben yang digunakan pada penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi BOD paling optimum yaitu dicapai pada massa 5 gram dan dengan waktu kontak 30 menit. Penentuan massa dan waktu optimum yaitu didasarkan dengan melihat banyaknya konsentrasi BOD yang terserap oleh adsorben yaitu dari konsentrasi awal yang terdapat pada tabel 3.1 sebesar 8,3 mg/L turun menjadi 0,41 mg/L. Pada variasi massa 9 gram, menunjukkan konsentrasi BOD cenderung mengalami peningkatan dan yang tertinggi yaitu dari konsentrasi awal 8,3 mg/L menjadi 19,96 mg/L.

Gambar 3 menunjukkan bahwa variasi massa adsorben terhadap penurunan konsentrasi COD didapat variasi massa optimum yaitu ketika penambahan massa 3 gram dan waktu optimum yaitu pada pengontakkan 30 menit dengan konsentrasi awal COD yang terdapat pada tabel 3.1 yaitu sebesar 28,54 mg/L turun menjadi 0 mg/L.

Menurut (Anggriani, 2021) semakin banyak massa adsorben yang ditambahkan pada proses adsorpsi, maka semakin tinggi penyerapan konsentrasi yang terjadi. Namun pada hasil penelitian yang telah dilakukan, penggunaan variasi massa dan waktu kontak terhadap konsentrasi BOD dan COD

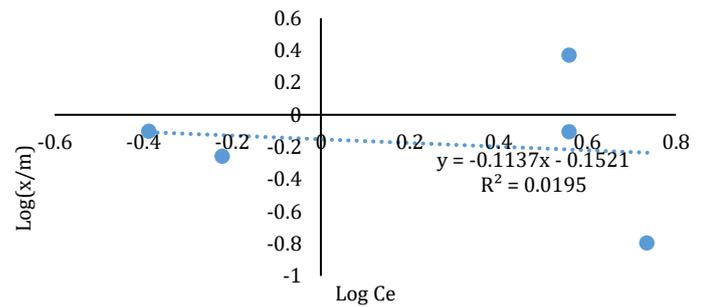
menunjukkan grafik penurunan dan kenaikan yang tidak stabil. Dari Gambar 2 dan 3 memperlihatkan penurunan konsentrasi paling tinggi yaitu pada penggunaan variasi massa 5 gram untuk BOD dan penggunaan variasi massa 3 gram untuk COD, hal tersebut disebabkan karena pada massa tersebut luas permukaan pori masih besar sehingga penggunaan massa tersebut telah optimum dalam menurunkan konsentrasi parameter. Kemudian terjadi peningkatan pada penambahan massa, hal tersebut dapat dikarenakan jika semakin banyak adsorben yang ditambahkan pada saat proses adsorpsi maka akan menyebabkan adsorben saling berdesakan sehingga interaksi antara adsorben karbon aktif kulit singkong dengan air sampel menjadi kurang efektif. Selain itu, meningkatnya nilai konsentrasi BOD dan COD dikarenakan adsorben telah mengalami penjumlahan pada permukaan karbon aktif (Larasati, Haryani and Susatyo, 2018). Penyisihan nilai konsentrasi optimum yaitu pada waktu kontak 30 menit, hal tersebut karena pada waktu kontak 30 menit luas permukaan adsorben masih besar sehingga mengakibatkan semakin banyak kemungkinan adsorbat yang terserap (Swastha, 2010). Hal ini dapat dijelaskan bahwa pada menit awal waktu pengontakkan, jerapan pada BOD dan COD meningkat karena interaksi antara adsorben dan adsorbat atau air sampel terjadi secara efektif. Hal tersebut disebabkan karena semua sisi adsorben karbon aktif kulit singkong yang masih kosong kemudian berikatan dengan adsorbat dalam larutan. Semakin lama waktu pengontakkan, maka penyerapan juga akan semakin meningkat dan akan menurun jika telah mencapai waktu optimum (Anwar, Meicahayanti and Rahayu, 2022).

### 3.4 Efektivitas Adsorben Karbon Aktif Kulit Singkong

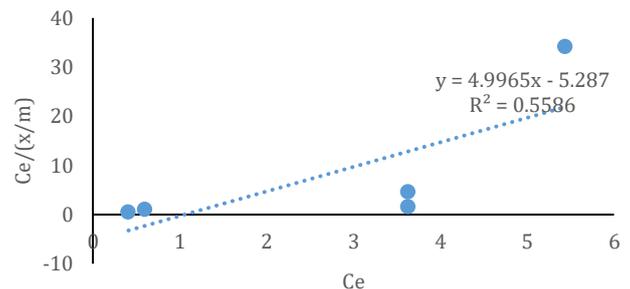
Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan efisiensi penurunan paling tinggi untuk parameter BOD yaitu sebesar 95,06% dan untuk parameter COD yaitu sebesar 100%. Efisiensi penurunan BOD dan COD yang menggunakan adsorben kulit singkong tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan menggunakan adsorben seperti karbon aktif dan zeolit dimana efisiensi penurunan COD sebesar 83% dan efisiensi penurunan BOD sebesar 63% (Nurhayati, I dkk, 2020).

### 3.5 Penentuan Model Isoterm Adsorpsi

Grafik 4 dan 5 di bawah ini menunjukkan penentuan isoterm Langmuir dan Freundlich.

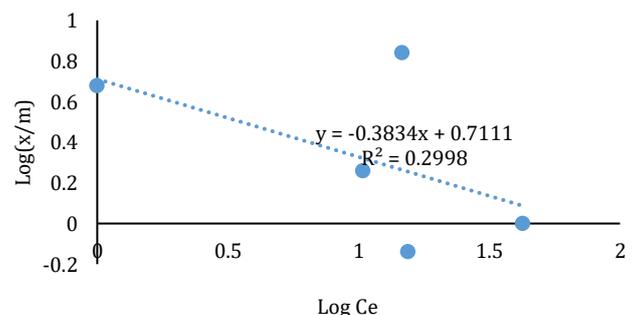


Gambar 4 Grafik Isoterm Freundlich BOD

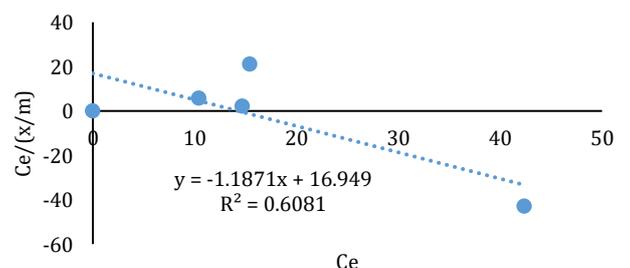


Gambar 5 Grafik Isoterm Langmuir BOD

Berdasarkan nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) yang dilihat pada Gambar 4 dan 5, untuk parameter BOD, didapatkan bahwa nilai  $R^2$  BOD untuk isoterm Freundlich sebesar 0,0195 dan untuk isoterm Langmuir didapatkan  $R^2$  sebesar 0,5586.



Gambar 6 Grafik Isoterm Freundlich COD



Gambar 7 Grafik Isoterm Langmuir COD

Berdasarkan nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) yang dilihat pada Gambar 6 dan 7 di atas dari perhitungan model isoterm adsorpsi COD, didapatkan bahwa nilai  $R^2$  COD untuk isoterm Freundlich sebesar 0,2998 dan untuk isoterm Langmuir didapatkan nilai  $R^2$  sebesar 0,6081. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa parameter BOD dan COD mengikuti model isoterm Langmuir pada proses adsorpsinya. Dalam model isoterm adsorpsi freundlich, ada perbedaan energi pengikatan pada tiap-tiap permukaan adsorben sehingga tidak semua permukaan adsorben mempunyai daya adsorpsi. Pada isoterm langmuir didefinisikan lapisan permukaan bersifat (*monolayer*) (Sedyanto, 2018).

Isoterm langmuir menunjukkan lapisan terbentuk secara monolayer yaitu memiliki ikatan cukup kuat antara adsorben dan adsorbat karena terbentuknya suatu ikatan kimia. Menurut (Murtihapsari, Mangallo and Handyani, 2017) model isoterm langmuir menggambarkan suatu adsorben yang hanya memiliki beberapa sisi yang aktif untuk mengikat adsorbat. Adapun hasil perhitungan konstanta isoterm ditunjukkan pada Tabel 3 berikut:

**Tabel 3** Konstanta Isoterm adsorpsi BOD dan COD menggunakan Adsorben Karbon Aktif Kulit Singkong

Isoterm	BOD	COD
<b>Freundlich</b>		
N	-8,795	-2,608
$K_f$	0,7045	5,140
$R^2$	0,0195	0,2998
<b>Langmuir</b>		
$q_m$	0,200	-0,842
$K_L$	0,945	0,07
$R^2$	0,5586	0,6081

Pada isoterm langmuir, Nilai  $K_L=0$  menunjukkan adsorpsi yang *ireversibel*, nilai  $0 < K_L < 1$  menunjukkan proses adsorpsi yang disukai, nilai  $K_L > 1$  proses adsorpsi yang terjadi merupakan fenomena yang tidak disukai (*unfavorabel*), dan nilai  $K_L=1$  menunjukkan isoterm linear. Pada penelitian ini nilai  $K_L$  BOD dan COD yaitu sebesar 0,945 untuk BOD dan 0,07 untuk COD. Hal tersebut menggambarkan bahwa proses adsorpsi disukai, berarti adsorben dari karbon aktif kulit singkong cocok digunakan untuk proses adsorpsi pada parameter BOD dan COD. Nilai  $K_L$  pada parameter COD lebih mendekati 0

dibandingkan dengan BOD karena proses yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengolahan secara kimia fisik, sehingga nilai  $K_L$  COD lebih rendah dari nilai  $K_L$  BOD.

### 3.6 Uji Analisis Statistik

Tabel 4 berikut ini menunjukkan hasil uji analisis statistik yang didapatkan pada penelitian:

**Tabel 3.4** Hasil Uji Analisis Statistik

No.	Parameter	Variasi	Uji Normalitas	Uji Homogenitas	Uji Statistik	Nilai p-value
1.	BOD	Massa Adsorben	Normal	Homogen	Uji One Way Anova	0,281
		Waktu Kontak	Normal	Homogen	Uji One Way Anova	0,045
2.	COD	Massa Adsorben	Tidak Normal	-	Uji Kruskal Wallis	0,959
		Waktu Kontak	Tidak Normal	-	Uji Kruskal Wallis	0,351

Dari Tabel 4 tersebut diketahui bahwa hasil uji normalitas berdasarkan variasi massa dan waktu kontak adsorben dari karbon aktif kulit singkong pada parameter BOD didapatkan nilai *p-value* yaitu  $> 0,05$  sehingga menunjukkan bahwa data terdistribusi secara normal. Hasil uji homogenitas terhadap variasi massa dan waktu kontak pada parameter BOD menunjukkan nilai *p-value*  $> 0,05$  sehingga data tersebut bersifat homogen. Setelah itu dilakukan uji anova berdasarkan variasi massa didapatkan nilai *p-value*  $> 0,05$  sehingga dapat diketahui bahwa variasi massa adsorben tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan konsentrasi BOD, sedangkan hasil uji anova berdasarkan variasi waktu kontak didapatkan nilai *p-value*  $< 0,05$  sehingga dapat dikatakan bahwa variasi waktu kontak memiliki pengaruh terhadap penurunan konsentrasi BOD.

Hasil uji normalitas berdasarkan variasi massa dan waktu kontak dari karbon aktif kulit singkong pada parameter COD menunjukkan terdapat beberapa data yang tidak terdistribusi secara normal, sehingga dilakukan uji non-parametrik yaitu Kruskal Wallis sebagai alternatif pengujian. Dari hasil uji Kruskal Wallis berdasarkan variasi massa dan waktu kontak terhadap parameter COD didapatkan nilai *p-value*  $> 0,05$  sehingga dapat diketahui bahwa variasi massa dan variasi waktu kontak tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan konsentrasi COD.

#### 4. KESIMPULAN

Massa dan waktu kontak optimum dalam penurunan konsentrasi BOD yaitu terjadi pada variasi massa 5 gram dengan waktu kontak yaitu 30 menit, sedangkan massa adsorben optimum dalam penurunan konsentrasi COD yaitu terjadi pada variasi massa adsorben 3 gram dan dengan waktu kontak yaitu 30 menit. Dari hasil uji analisis statistik menunjukkan bahwa variasi massa adsorben tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan konsentrasi BOD dan COD. Pada variasi waktu kontak, diketahui bahwa waktu kontak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penurunan konsentrasi BOD, tetapi tidak terhadap penurunan konsentrasi COD.

Efisiensi penyisihan menggunakan adsorben karbon aktif kulit singkong dalam menurunkan konsentrasi BOD paling tinggi yaitu didapatkan sebesar 95,06% dan pada konsentrasi COD yaitu sebesar 100%. Parameter BOD dan COD mengikuti model isotherm Langmuir pada proses adsorpsinya dimana pada isotherm tersebut terdapat satu lapisan permukaan (monolayer) pada permukaan adsorben.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Anggriani, U. M. (2021) 'Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Kinetic Adsorption Of Activated Carbon In Decreasing Concentrations', 12(02), Pp. 29–37.
- Anwar, N. A. F., Meicahayanti, I. And Rahayu, D. E. (2022) 'Pengaruh Variasi Waktu Kontak Dan Massa Adsorben Kulit Jeruk Siam ( Citrus Nobilis ) Terhadap Penyisihan Kadmium ( Cd ) Dan Merkuri ( Hg )', *Journal Of Environmental Technology*, 6(1), Pp. 54–62
- Larasati, R. I., Haryani, S. And Susatyo, B. (2018) 'Serbuk Kulit Jagung Untuk Menurunkan Kadar Cod Dan Bod Air Sumur Gali', *Indonesian Journal Of Chemical Science*, 7(1), Pp. 5–10.
- Mayangsari, N. E. And Astuti, U. P. (2021) 'Model Kinetika Adsorpsi Logam Berat Cu Menggunakan Selulosa Daun Nanas', *Jurnal Chemurgy*.
- Murthihapsari, M., Mangallo, B. And Handyani, D. D. (2017) 'Model Isoterm Freundlich Dan Langmuir Oleh Adsorben Arang Aktif Bambu Andong (G. Verticillata (Wild) Munro) Dan Bambu Ater (G. Atter (Hassk) Kurz Ex Munro)', *Jurnal Sains Natural*, 2(1),
- Nurhayati, I., Vigiani, S, And Majid, D. (2020) 'Penurunan Kadar Besi (Fe), Kromium (Cr), COD Dan BOD Limbah Cair Laboratorium Dengan Pengenceran, Koagulasi Dan Adsorpsi', *Ecotrophic*, 14(1)
- Pratiwi, I. And Dewi, Y. S. (2017) 'Dalam Mempengaruhi Kadar Fe Dalam Air', *Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong (Manihot Utilissima) Dalam Mempengaruhi Kadar Fe Dalam Air*, 10(1), Pp. 52–58.
- Putri, I. D., Daud, S. And Elystia, S. (2019) 'Pengaruh Massa Dan Waktu Kontak Adsorben Cangkang Buah Ketapang Terhadap Efisiensi Penyisihan Logam Fe Dan Zat Organik Pada Air Gambut', *Jom Fteknik*, 6(2), Pp. 1–13.
- Rahmi, R. And Sajidah (2017) 'Pemanfaatan Adsorben Alami (Biosorben) Untuk Mengurangi Kadar Timbal(Pb) Dalam Limbah Cair', *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, Pp. 271–279.
- Rezagama, A. And Tamlikha, A. (2016) 'Identifikasi Pencemar Waduk Manggar Kota Balikpapan', *Jurnal Pengembangan Kota*, 4(1), P. 40.
- Sailah, I., Mulyaningsih, F., Ismayana, A., Adnan, A, A, And I, Nastiti, S. (2020) 'Kinerja Karbon Aktif Dari Kulit Singkong Dalam Menurunkan Konsentrasi Fosfat Pada Air Limbah Laundry', *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2), Pp. 180-189
- Sedyanto, A. P. (2018) 'Adsorben Terenkapsulasi Na-Alginat Penyerap Logam Berat Pb ( Ii ) Dalam Air The Development Of Fiber Adsorbent Based On Cassava Peel To Remove Pb Ion In Water', (Ii), Pp. 1–17.
- Swastha, J. T. (2010) *Kemampuan Arang Aktif Dari Kulit Singkong*. Semarang.