

Uji Kemampuan Adsorpsi Arang Batok Kelapa Pada Efluen Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Pertambangan Iodium Menggunakan Parameter COD Secara Batch

Faizal Shah Alam dan Mohammad Razif

Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: razif@its.ac.id

Abstrak—Dalam proses produksi industri pertambangan iodium, dihasilkan limbah cair yang dibuang ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Dalam setahun terakhir, terdapat ganggang pada air limbah industri pertambangan iodium. Adanya ganggang merupakan indikasi bahwa zat pencemar pada air limbah belum tereduksi dengan baik sehingga tidak aman apabila dibuang langsung ke lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode untuk mereduksi zat pencemar yang efisien dan inovatif. Salah satunya yaitu adsorpsi menggunakan arang batok kelapa. Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan nilai efisiensi removal adsorben arang batok kelapa pada parameter COD dan nilai adsorpsi isotermisnya menggunakan analisis *jartest* secara *batch*. Hasil penelitian pada analisis adsorpsi secara *batch* didapat bahwa efisiensi *removal* COD menggunakan arang batok kelapa sebesar 28,13 – 53,13 % dengan nilai kinetika adsorpsinya masing-masing sebesar $(1 - 9) \times 10^{-4}$ mg COD / mg adsorben. Konsentrasi air limbah, ukuran butiran adsorben, dan massa adsorben optimum dari sistem *batch* adalah 50%, diameter mesh 12, dan 12,5 gr/L.

Kata Kunci—Adsorpsi, Air Efluen IPAL Industri Pertambangan Iodium, Arang Batok Kelapa, Isoterm, Karbon Akrif.

I. PENDAHULUAN

INDUSTRI pertambangan iodium merupakan industri yang bergerak di bidang pertambangan iodium dan pengolahannya serta industri obat formulasi. Industri ini merupakan industri yang menggunakan produk hasil tambangnya menjadi produk obat jadi dan telah berlangsung sejak tahun 1994. Dalam proses produksi tersebut, dihasilkan limbah cair yang dibuang ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

Setahun terakhir, di dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) tersebut, terdapat ganggang pada air limbah yang diproses di dalam IPAL tersebut sehingga menyebabkan beberapa nilai parameter mendekati nilai ambang batas yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 52 Tahun 2014 [1]. Adanya ganggang merupakan indikasi bahwa limbah tersebut masih mengandung zat pencemar sehingga

tidak aman apabila dibuang langsung ke lingkungan. Apabila air olahan limbah tersebut akan dibuang ke lingkungan, maka air olahan limbah tersebut harus aman dan tidak mengandung zat pencemar berbahaya bagi lingkungan dan masyarakat sekitar industri tersebut.

Berbagai upaya yang dapat dilakukan untuk mereduksi zat pencemar yang terdapat pada air limbah industri tersebut adalah dengan penambahan tawas dan pemberian filter batu apung pada IPAL industri tersebut. Namun, cara tersebut kurang efektif dalam mereduksi zat pencemar. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pereduksian zat pencemar yang berskala kecil, ekonomis, efektif, dan inovatif, yaitu dengan metode adsorpsi menggunakan arang aktif. Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh suatu padatan terhadap suatu zat yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam [2]. Sedangkan, arang aktif dapat dibuat dengan mengaktivasi berbagai macam jenis arang, salah satunya menggunakan batok kelapa. Apabila ditinjau keberadaannya, batok kelapa sangat mudah ditemukan. Selain keberadaannya, batok kelapa belum dimanfaatkan sepenuhnya untuk kegiatan produktif yang dapat meningkatkan nilai tambahnya sehingga berpotensi digunakan sebagai alternatif bahan baku adsorben zat pencemar. Dari metode ini, diharapkan zat pencemar dapat direduksi sehingga hasil olahan air limbah industri tersebut aman apabila akan dibuang ke lingkungan dan dapat meningkatkan nilai produksi pada industri pertambangan iodium.

II. METODE PENELITIAN

A. Prosedur Penelitian

Analisis karakteristik air limbah industri pertambangan iodium

Analisis ini dilakukan dengan cara mengambil data eksisting hasil pengukuran COD pada air limbah di IPAL Industri Pertambangan Iodium dan dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 52 Tahun 2014 [1]. Hal ini dilakukan agar mengetahui kadar air limbah industri pertambangan iodium.

Uji Ketahanan Fisik dan Densitas Arang Batok Kelapa

Adsorben yang digunakan dalam percobaan ini adalah arang batok kelapa yang diperoleh dari industri pertambangan iodium yang terletak di Kabupaten Jombang. Sebelum digunakan dalam percobaan, maka dilakukan uji ketahanan fisik media dan uji densitas media.

Uji ketahanan fisik arang batok kelapa bertujuan untuk mengetahui pengurangan berat media setelah dilakukan perendaman dengan larutan asam [3]. Kelayakan fisik arang batok kelapa terpenuhi jika pengurangan berat media tidak lebih dari 2 % berat media mula-mula. Langkah-langkah uji ketahanan fisik [4] yaitu:

- Ditimbang 10 gram media adsorben yang telah diayak dan telah disimpan dalam oven 105 °C sebagai berat bersih mula-mula.
- Media direndam dalam larutan asam selama 24 jam.
- Ditiriskan dan dikeringkan dalam oven 105 °C selama 24 jam.
- Media ditimbang sebagai berat kering akhir.

Sedangkan, uji densitas arang batok kelapa bertujuan untuk mengetahui berat volume arang batok kelapa dalam mengadsorpsi air limbah industri pertambangan iodium. Pengujian ini menggunakan metode *Apparent Density* dan *True Bulk Density* [5]. *Apparent Density* merupakan berat jenis bahan media kondisi kering. Sedangkan, *True Bulk Density* merupakan berat jenis media pada keadaan jenuh air. Prosedur pelaksanaan *Apparent Density* [3] yaitu:

- Dimasukkan media adsorben yang telah dikeringkan sebanyak kira-kira 50 ml ke dalam gelas ukur 100 ml.
- Dipadatkan media sampai 50 ml dengan cara ditekan bagian permukaannya.
- Dikeluarkan media dari dalam gelas ukur dan ditimbang beratnya.
- Apparent Density* akan diketahui menggunakan persamaan (1).

$$\text{PAD (gram/ml)} = \text{Berat Kering Karbon} / 50 \text{ ml} \quad (1)$$

Sedangkan, prosedur pelaksanaan *True Bulk Density* [3] yaitu:

- Ditimbang 50 gram media yang telah dikeringkan
- Dimasukkan dalam gelas beker dan direndam media dengan air suling. Untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara yang terperangkap, dilakukan dengan pemanasan atau pendidihan, pengadukan, dan pengetukan.
- Setelah dingin, dilakukan pemisahan media dengan air.
- Dilakukan penimbangan terhadap media basah tersebut sebagai P gram.
- Dimasukkan media yang telah berisi 100 ml air suling.
- Volume yang terjadi dibaca sebagai V ml.
- Mendapatkan *true bulk density* menggunakan persamaan (2).

$$\text{PTd (gram/ml)} = 50 / (V-P-50) \quad (2)$$

Percobaan pendahuluan

Percobaan pendahuluan dilakukan untuk mengetahui massa adsorben, waktu pengadukan, dan kecepatan pengadukan optimum. Analisis penentuan massa adsorben dilakukan dengan proses *batch*. Proses ini memvariasikan massa sebesar 50 gram, 100 gram, dan 150 gram pada 250 ml sampel dengan

kecepatan putaran 60 rpm selama 3 jam. Langkah-langkah prosedurnya yaitu:

- Siapkan 3 buah gelas beker ukuran 1 Liter
- Isi gelas beker dengan massa yang telah ditentukan
- Tuangkan 250 ml air limbah industri pertambangan iodium ke dalam gelas beker tersebut.
- Atur kecepatan pengadukan pada 60 rpm selama 3 jam.
- Setelah 3 jam, hentikan pengadukan. Kemudian, tunggu beberapa saat hingga partikel-partikel makro mengendap selama 30 menit.
- Ambil *supernatant* pada masing-masing gelas beker untuk dianalisis COD-nya.
- Massa optimum, yang akan digunakan, ditentukan berdasarkan hasil analisis COD-nya.

Penentuan waktu pengadukan dilakukan dengan membubuhkan massa adsorben optimum pada kecepatan pengadukan 60 rpm dan dilakukan analisis warna dan PV pada interval 30 menit. Langkah-langkah prosedurnya yaitu:

- Siapkan 3 buah gelas beker ukuran 1 Liter.
- Tuangkan air limbah industri pertambangan iodium pada masing-masing gelas beker hingga mencapai 500 ml.
- Tuangkan massa optimum adsorben pada masing-masing gelas beker.
- Atur gelas beker pada *jarrest*. Kemudian, jalankan alat pengadukan pada kecepatan 60 rpm.
- Setelah mencapai waktu pengadukan yang ditentukan dengan interval 30 menit (2 jam, 2,5 jam, 3 jam). Ambil *supernatant* pada masing-masing gelas beker untuk dilakukan analisis COD-nya.
- Waktu optimum, yang akan digunakan, ditentukan berdasarkan hasil analisis COD-nya.

Penentuan kecepatan pengadukan atau agitasi dilakukan dengan massa optimum dan waktu pengadukan yang didapat pada penentuan massa adsorben dan penentuan waktu pengadukan. Variasi kecepatan yang digunakan adalah 60 rpm, 80 rpm, dan 100 rpm. Langkah-langkah prosedurnya yaitu:

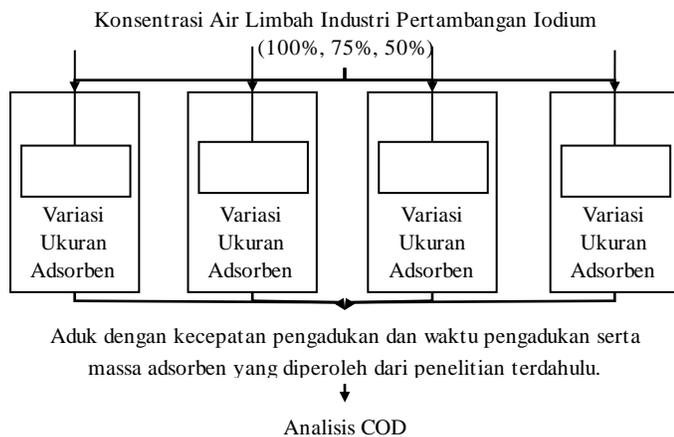
- Siapkan 1 buah gelas beker ukuran 1 Liter.
- Tuangkan air limbah industri pertambangan iodium pada gelas beker hingga mencapai volume 500 ml.
- Tuangkan massa optimum adsorben pada gelas beker.
- Atur gelas beker pada *jarrest*. Kemudian, jalankan alat tersebut pada kecepatan pengadukan 60 rpm dengan waktu pengadukan optimum.
- Setelah tercapai waktu pengadukan optimumnya, hentikan pengadukan selama 30 menit, dan diambil *supernatant*-nya.
- Dilakukan analisis COD pada *supernatant* tersebut.
- Ulangi prosedur percobaan 1-6 pada kecepatan pengadukan 80 rpm dan 100 rpm.
- Kecepatan pengadukan optimum, yang akan digunakan, ditentukan berdasarkan hasil analisis COD-nya.

Analisis adsorpsi dengan sistem batch

Variabel pada analisis adsorpsi dengan sistem *batch* yaitu ukuran arang batok kelapa (mesh 8, mesh 10, mesh 12), massa butiran arang batok kelapa (2,5 gr, 25 gr, dan 50 gr), dan konsentrasi air limbah industri pertambangan iodium (100%, 75% dan 50%). Diagram kerja adsorpsi secara *batch* disajikan pada Gambar 1. Analisis ini menggunakan alat *jarrest* sebagai

pengaduk. Kecepatan pengadukan, waktu pengadukan, dan massa adsorben yang digunakan adalah kecepatan pengadukan, waktu pengadukan, dan massa adsorben yang telah dilakukan percobaan pendahuluan sehingga didapat nilai optimumnya. Selanjutnya, langkah-langkah analisis ini yaitu:

- a. Menyiapkan 4 gelas beker ukuran 1 Liter yang telah dibersihkan
- b. Menyiapkan air limbah industri pertambangan iodium dengan konsentrasi 100 %, 75 %, dan 50 %.
- c. Gelas beker diisi masing-masing air limbah industri pertambangan iodium sampai 500 ml dengan rincian 1 gelas beker untuk 1 konsentrasi.
- d. Gelas beker sisanya diisi dengan aquades sampai 500 ml sebagai blanko.
- e. Diletakkan gelas beker tersebut pada alat *jartest*.
- f. Dimasukkan adsorben sebanyak massa optimum yang didapat dari hasil percobaan pendahuluan menggunakan ukuran media mesh 8 (3,35-2,36 mm). pada 3 gelas beker yang berisi air limbah industri pertambangan iodium, dan 1 gelas beker yang berisi aquades tanpa adsorben sebagai kontrol.
- g. Dijalankan alat *jartest* dengan kecepatan putaran dan waktu pengadukan yang didapat pada percobaan pendahuluan.
- h. Setelah dicapai waktu pengadukan dan didiamkan selama 30 menit, dilakukan pengambilan sampel *supernatant* dari tiap gelas beker.
- i. Dilakukan analisis COD pada masing-masing sampel.
- j. Diulangi langkah a sampai j untuk ukuran media mesh 10 (2,36-2,00 mm) dan ukuran media mesh 12 (2,00-1,63 mm).



Gambar 1. Skema Percobaan Pada Sistem Adsorpsi Secara *Batch*

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Uji Pendahuluan

Uji Densitas dan Ketahanan Fisik Arang Batok Kelapa

Analisis pertama yaitu uji densitas arang batok kelapa. Metode yang digunakan pada uji densitas ini adalah metode *apparent density* dan *true bulk density*. Hasil uji densitas yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai densitas pada diameter mesh 12 paling besar daripada diameter mesh lainnya. Hal ini dikarenakan bahwa semakin besar diameter mesh adsorben, maka pori pada adsorben akan semakin kecil juga sehingga nilai massa volume akan semakin besar.

Tabel 1.
Hasil Analisis Densitas Media dengan Metode *Apparent Density* dan *True Bulk Density*

Diameter	Apparent Density (gr/ml)	True Bulk Density (gr/ml)
Mesh 8	0,5573	1,1163
Mesh 10	0,6507	1,7060
Mesh 12	0,6589	1,7097

Analisis kedua yaitu dilakukan uji ketahanan fisik dari arang batok kelapa. Dari pengujian tersebut, didapat hasil uji ketahanan fisik arang batok kelapa yang disajikan pada Tabel 2. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa semua jenis ukuran arang batok kelapa terjadi penurunan berat sebesar 8-9 % setelah direndam asam kuat (HCl) dan pemanasan menggunakan oven 105 °C selama 24 jam. Persentase nilai massa arang batok kelapa hasil pengujian lebih kecil dari 10 % menunjukkan bahwa arang batok kelapa layak untuk digunakan sebagai adsorben.

Tabel 2.
Hasil Analisis Uji Ketahanan Fisik Media

Diameter	Massa Media Awal (gr)	Massa Media Akhir (gr)	Persentase Kehilangan Massa (%)
Mesh 8	10,0007	9,0844	9,16
Mesh 10	10,0014	9,0571	9,44
Mesh 12	10,0010	9,1630	8,38

Analisis karakteristik air limbah

Analisis ketiga pada penelitian ini adalah analisis karakteristik air limbah industri pertambangan iodium. Pada analisis ini, dilakukan pengambilan data sekunder dengan cara mendata hasil pengukuran COD pada influen dan efluen air limbah di instalasi pengolahan air limbah (IPAL) industri pertambangan iodium yang hasilnya disajikan pada Tabel 3. Setelah didapat data tersebut, dilakukan perbandingan antara data hasil pengukuran COD air limbah di IPAL industri pertambangan iodium analisis dengan baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 52 Tahun 2014 [1].

Tabel 3.
Data Analisis IPAL Industri Pertambangan Iodium Bulan Oktober 2015

Waktu Pengukuran	Inlet IPAL	Outlet IPAL	Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Farmasi [1]
Oktober 2015	292,70	285,60	
November 2015	296,80	217,90	
Desember 2015	126,20	56,38	
Januari 2016	169,80	51,55	300
Februari 2016	356,50	131,90	
Maret 2016	605,30	107,40	
April 2016	278,10	45,41	
Mei 2016	324,20	242,80	
Juni 2016	259,80	126,60	

Tabel 3 menunjukkan bahwa data hasil analisis air limbah pada outlet IPAL industri pertambangan iodium telah

memenuhi baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 52 Tahun 2014. Namun, hasil analisis air limbah pada inlet IPAL industri pertambangan iodium melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 52 Tahun 2014 [19].

Penentuan Massa Adsorben

Analisis keempat yaitu analisis adsorpsi dengan sistem *batch* menggunakan *jarrest* untuk menentukan massa optimum adsorben. Hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4, massa yang paling optimum adalah massa sebesar 12,5 gram dengan nilai persentase optimum dari parameter COD sebesar 17,39%. Hal ini dikarenakan faktor adsorben yang menghasilkan abu saat proses pengadukan di dalam *jarrest* sehingga mengganggu pembacaan.

Tabel 4. Hasil Analisis Variasi Massa Adsorben Menggunakan *Jarrest*

Parameter	Variasi Massa (gram)				Persentase Removal (%)		
	0	12,5	25	50	12,5 gram	25 gram	50 gram
COD (mg/L)	23,00	19,00	19,01	19,02	17,39	17,35	17,30

Penentuan waktu pengadukan

Analisis kelima yaitu analisis adsorpsi dengan sistem *batch* menggunakan *jarrest* untuk menentukan waktu pengadukan optimum sehingga adsorben dapat meng-adsorpsi adsorbat hingga mencapai batas maksimal. Hasil dari analisis ini disajikan pada Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan bahwa waktu pengadukan selama 180 menit atau 3 jam memiliki efisiensi removal yang tinggi.

Tabel 5. Hasil Analisis Variasi Waktu Pengadukan Menggunakan *Jarrest*

Waktu (menit)	COD (mg/L)
0	23
30	29
60	23
90	23
120	20
150	16
180	15
210	18

Penentuan kecepatan pengadukan

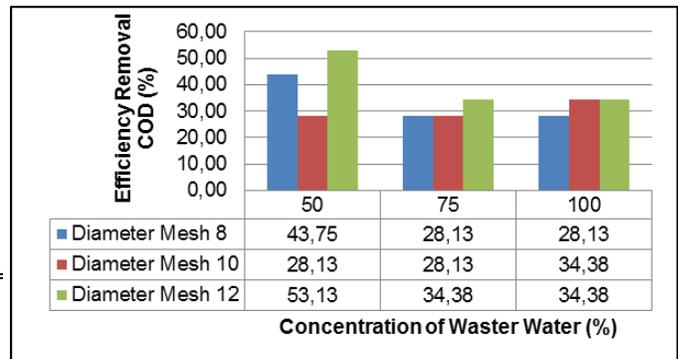
Analisis keenam yaitu analisis adsorpsi dengan sistem *batch* menggunakan *jarrest* untuk menentukan kecepatan pengadukan optimum sehingga adsorben dapat meng-adsorpsi adsorbat hingga mencapai batas maksimal. Hasil dari analisis ini disajikan pada Tabel 6. Tabel 6 menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan yang optimum adalah 50 rpm. Apabila kecepatan pengadukan kurang dari 50 rpm, didapatkan efisiensi *removal* menurun akibat agitasi yang dilakukan terlalu kecil.

Tabel 6. Hasil Analisis Variasi Kecepatan Pengadukan Menggunakan *Jarrest*

Kecepatan Pengadukan (rpm)	COD (mg/L)
0	24
40	23
50	21
60	24

B. Analisis Adsorpsi dengan Sistem Batch

Analisis kedelepan yaitu analisis adsorpsi secara *batch* menggunakan *jarrest* untuk menentukan konsentrasi air limbah dan ukuran media adsorben optimum sehingga adsorben dapat meng-adsorpsi adsorbat hingga mencapai batas maksimal. Hasil analisis adsorpsi secara *batch* dengan parameter COD disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Analisis Adsorpsi Secara *Batch* pada Parameter COD

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi air limbah industri pertambangan iodium, maka rentang efisiensi *removal* COD yang didapat semakin kecil kecuali adsorben diameter mesh 10 yang terjadi peningkatan. Rentang efisiensi yang didapat dari konsentrasi air limbah 50%, 75%, dan 100% masing-masing adalah 28,13-53,13%, 28,13-34,38%, dan 28,13-34,38%. Berdasarkan ukuran diameter adsorbennya, tren efisiensi *removal* warna menunjukkan bahwa terjadinya penurunan nilai efisiensi *removal* warna seiring meningkatnya konsentrasi air limbah. Dengan demikian, nilai efisiensi *removal* warna paling baik didapat dari adsorben berdiameter mesh 12 dengan konsentrasi air limbah sebesar 50%.

C. Adsorpsi Isothermis pada Parameter COD

Dalam penentuan kapasitas adsorpsi arang batok kelapa, digunakan persamaan isoterm dengan melakukan plot data hasil analisis COD. Persamaan isoterm yang digunakan yaitu persamaan Isoterm Langmuir. Hasil persamaan tersebut akan digunakan berdasarkan nilai regresi yang paling linier, yaitu nilai konstanta mendekati satu (1). Perhitungan isoterm dimaksudkan untuk melihat kecenderungan data yang diperoleh dari isoterm tersebut. Untuk mengetahui kecenderungan itu, maka nilai regresi dari isoterm tersebut akan dibandingkan.

Isoterm Langmuir

Kemampuan adsorpsi arang batok kelapa menggunakan isoterm Langmuir ditentukan dengan menghubungkan antara konsentrasi akhir (C_e) dan massa arang batok kelapa. Contoh dan hasil perhitungan isoterm Langmuir arang batok kelapa berdiameter mesh 8, 10, dan 12 pada parameter warna disajikan pada Tabel 7 hingga Tabel 9.

Keterangan:

C_o : Konsentrasi COD Awal (mg/L)

C_e : Konsentrasi COD Akhir (mg/L)

V : Volume Larutan (L)

m : Massa Arang Batok Kelapa (mg/L)

x : COD Ter-adsorp (mg/L)
 x/m : COD Ter-adsorp / Massa Arang Batok Kelapa
 Contoh perhitungan:
 Diketahui pada diameter mesh 8 dan konsentrasi air limbah 100 %
 $m = 12.500 \text{ mg/L}$
 $C_o = 24 \text{ mg/L}$

$C_e = 23 \text{ mg/L}$
 Sehingga
 $x = C_o - C_e = (24 - 23) \text{ mg/L} = 1 \text{ mg/L}$
 $x/m = 1 / 12.500 = 0,000125$
 $1/C_e = 1/(23) = 0,04$
 $1/(x/m) = 1/(0,000125) = 12.500$

Tabel 7.

Perhitungan Isoterm Langmuir Arang Batok Kelapa Berdiameter Mesh 8

Konsentrasi Air Limbah (%)	Massa Adsorben (gr)	C_o (mg/L)	C_e (mg/L)	V (L)	m (mg/L)	x (mg/L)	x/m	$1/C_e$	$1/(x/m)$
100	12,5	32	23	1	12500	9	0,0007	0,04	1.388,89
75	12,5	32	23	1	12500	9	0,0007	0,04	1.388,89
50	12,5	32	18	1	12500	14	0,0011	0,06	892,86

Tabel 8.

Perhitungan Isoterm Langmuir Arang Batok Kelapa Berdiameter Mesh 10

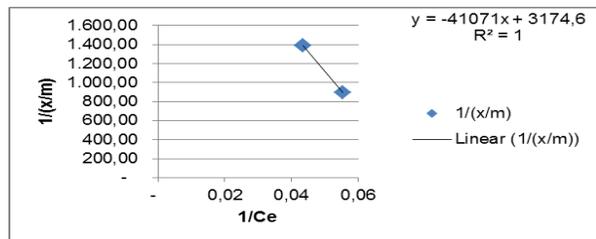
Konsentrasi Air Limbah (%)	Massa Adsorben (gr)	C_o (mg/L)	C_e (mg/L)	V (L)	m (mg/L)	x (mg/L)	x/m	$1/C_e$	$1/(x/m)$
100	12,5	32	21	1	12500	11	0,0009	0,05	1.136,36
75	12,5	32	23	1	12500	9	0,0007	0,04	1.388,89
50	12,5	32	23	1	12500	9	0,0007	0,04	1.388,89

Tabel 9.

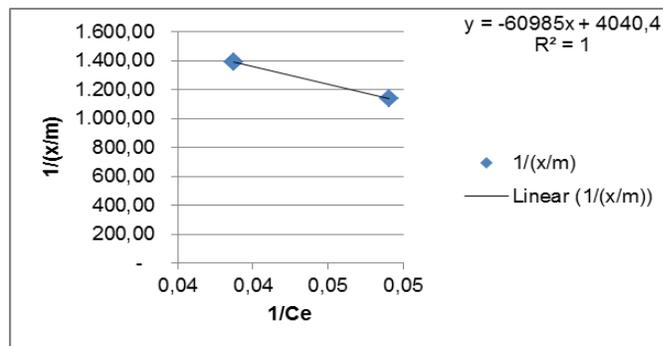
Perhitungan Isoterm Langmuir Arang Batok Kelapa Berdiameter Mesh 12

Konsentrasi Air Limbah (%)	Massa Adsorben (gr)	C_o (mg/L)	C_e (mg/L)	V (L)	m (mg/L)	x (mg/L)	x/m	$1/C_e$	$1/(x/m)$
100	12,5	32	21	1	12500	11	0,0009	0,05	1.136,36
75	12,5	32	21	1	12500	11	0,0009	0,05	1.136,36
50	12,5	32	15	1	12500	17	0,0014	0,07	735,29

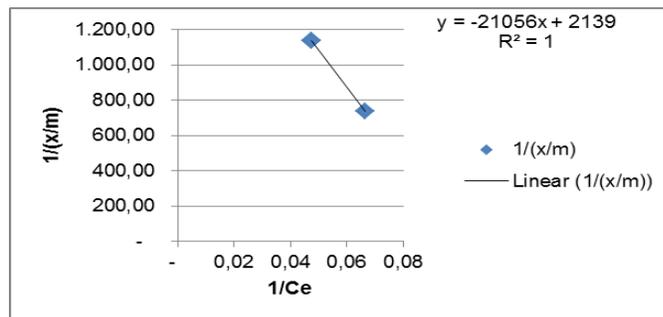
Hasil perhitungan yang diperoleh dari Tabel 7 hingga Tabel 9 dibuat grafik yang menghubungkan antara $1/C_e$ dan $1/(x/m)$. Grafik disajikan pada Gambar 3 hingga Gambar 5. Berdasarkan Gambar 3 hingga Gambar 5, hasil nilai regresi isoterm Langmuir arang batok kelapa berdiameter mesh 8, 10, dan 12 masing-masing sebesar 1. Nilai regresi yang didapat sangat baik, dimana nilai regresi yang baik adalah antara 0,9 hingga mendekati 1. Untuk memudahkan perbandingan, nilai regresi isoterm Langmuir dari setiap diameter mesh arang batok kelapa disajikan pada Tabel 10. Tabel 10 menunjukkan bahwa hasil nilai regresi yang mendekati satu dicapai oleh Isoterm Langmuir. Hasil ini menunjukkan data yang didapat pada hasil percobaan mendekati asumsi – asumsi pada Isoterm Langmuir sehingga untuk penentuan kapasitas adsorpsi arang batok kelapa akan digunakan persamaan Isoterm Langmuir.



Gambar 3. Grafik Isoterm Langmuir Arang Batok Kelapa Berdiameter Mesh 8



Gambar 4. Grafik Isoterm Langmuir Arang Batok Kelapa Berdiameter Mesh 10



Gambar 5. Grafik Isoterm Langmuir Arang Batok Kelapa Berdiameter Mesh 12

Tabel 10.
Nilai Regresi Isoterm Langmuir pada Parameter COD

Diameter Mesh	Nilai Regresi Isoterm Langmuir
8	1
10	1
12	1

Setelah itu, dilakukan pengolahan hasil data yang didapat pada analisis adsorpsi dengan sistem *batch*. Berdasarkan Gambar 3 hingga Gambar 5, akan didapat persamaan linier dari isoterm Langmuir. Contoh dan hasil perhitungan dari setiap isoterm untuk mendapatkan nilai konstanta dan x/m pada diameter mesh 8 disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11.

Nilai x/m menggunakan Isoterm Langmuir pada Parameter COD					
Diameter Mesh	intersep	slope	K_L	q_m	x/m
8	50.000	-862.500	-0,06	0,00002	0,0001
10	100.000	2.012.500	-0,05	0,00001	0,0009
12	11.111	-145.833	-0,08	0,00009	0,0002

Diketahui pada diameter mesh 8:

Intersep= 50.000

Slope = -862.500

$C_o = 24$ mg/L

$C_e = 23$ mg/L

Sehingga

$$q_m = 1 / \text{Intersep} = 1/50.000 = 0,00002$$

$$K_L = 1 / (q_m \times \text{slope}) = 1 / (0,00002 \times (-862.500)) = -0,06$$

$$\frac{x}{m} = \frac{q_m \times K_L \times C_e}{1 + K_L \times C_e} = \frac{0,00002 \times (-0,06) \times 23}{1 + (-0,06) \times 23}$$

$$\frac{x}{m} = 0,00008 \frac{\text{mg adsorbat}}{\text{mg adsorben}}$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 11, nilai adsorpsi isotermis yang didapat dengan menggunakan isoterm Langmuir pada diameter mesh 8, 10, 12 masing-masing sebesar

1×10^{-4} mg adsorbat COD per mg adsorben, 9×10^{-4} mg adsorbat COD per mg adsorben, dan 2×10^{-4} mg adsorbat COD per mg adsorben.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu nilai efisiensi *removal* adsorben arang batok kelapa untuk mengurangi konsentrasi zat pencemar air limbah industri pertambangan iodium pada skala laboratorium secara *batch* yaitu Parameter COD sebesar antara 28,13 –53,13 % dengan nilai x/m untuk diameter mesh 8, 10, dan 12 masing-masing sebesar 1×10^{-4} mg/mg, 9×10^{-4} mg/mg, dan 3×10^{-4} mg/mg

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis F.S.A. mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas pemberian dukungan finansial penelitian melalui Program Kreativitas Mahasiswa tahun 2015. Penulis F.S.A juga mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas pemberian dukungan finansial pendidikan melalui Beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) tahun 2013-2014.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Provinsi Jawa Timur, “Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 52 Tahun 2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya,” 2014.
- [2] P. Atkins, *Kimia Fisika*, 4th ed. 1999.
- [3] Degremont, *Water Treatment Handbook*. Paris: Lavoisier, 1991.
- [4] A. Yuniarto, “Studi Kemampuan Batu Bara Untuk Menurunkan Konsentrasi Surfaktan Dalam Larutan Deterjen Dengan Proses Adsorpsi,” Surabaya, 1999.
- [5] R. Jannatin, “Uji Kemampuan Adsorpsi Arang Batok Kelapa Untuk Mereduksi Warna dan Permanganat Value Dari Limbah Cair Industri Batik,” Surabaya, 2011.