

# PENGARUH UKURAN MEDIA ADSORBEN DAN KONSENTRASI AKTIFATOR NaOH TERHADAP EFEKTIFITAS PENURUNAN LOGAM BERAT Fe, Zn DAN WARNA LIMBAH CAIR INDUSTRI GALVANISASI MENGGUNAKAN SABUT KELAPA

(Studi Kasus PT.Cerah Sempurna – Semarang )

Alfred Yunandro Markus<sup>\*\*</sup>), Sudarno<sup>\*\*</sup>), Mochtar Hadiwidodo<sup>\*\*</sup>)

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Sudarto, S.H Tembalang - Semarang, Kode Pos 50275 Telp. (024)76480678, Fax (024) 76918157  
Website : <http://enveng.undip.ac.id> - Email: [enveng@undip.ac.id](mailto:enveng@undip.ac.id)  
Email: [yunan\\_markus@hotmail.com](mailto:yunan_markus@hotmail.com)

## ABSTRACT

*The increasing role of industry has affect the increasing percentage of several organic wastes and heavy metal wastes that could cause a serious problem in health and environment. Heavy metal waste, which was considered as a hazardous waste, often found in iron smelting industry or galvanization. Contents of heavy metal that was usually found in this waste are Iron (Fe), Plumbum (pb), Zinc (zn), Chromium (cr) and Copper (Cu). Several examples of heavy metal that contaminate environment are Iron (fe) and Zinc (zn). Adsorption technology is one of the metal separation solutions that its compatibility starts to be inspected. The presence of the husk of coconut that's substantial in Indonesia makes this medium a very proportional choice to be adsorption medium and utilize the use of coconut husks. This research is done with the variation of size of active charcoal of coconut husk at the size of 20-35 mesh and activator NaOH at the measure of 0.5 M and 1M. The percentage of separation using this active charcoal of coconut husks is 99,994% for the parameter Fe, 99, 574% for the parameter Zn and 96,08% for the parameter tin*

**Key Word:** Lead, Adsorption , activator NaOH, active charcoal of coconut husks

## PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya peran dari perindustrian mengakibatkan peningkatan berbagai jenis limbah organik dan limbah logam berat yang dihasilkan dapat menjadi permasalahan serius bagi kesehatan dan lingkungan. Limbah logam berat merupakan limbah yang berbahaya, yang banyak dijumpai pada industri peleburan besi atau galvanisasi. Seiring dengan pertambahan industri tersebut, maka semakin banyak pula hasil sampingan yang diproduksi sebagai limbah. Limbah ini akan menyebabkan pencemaran serius terhadap lingkungan jika kandungan logam berat yang terdapat di dalamnya melebihi ambang batas serta mempunyai sifat racun atau berbahaya dan akan menyebabkan penyakit serius bagi manusia apabila terakumulasi di dalam tubuh. Kandungan logam berat yang biasa dijumpai pada limbah tersebut antara lain yaitu besi (Fe), timbal (Pb), Seng (Zn), kromium (Cr), cadmium (Cd) , dan tembaga (Cu). Salah satu logam berat yang mencemari adalah besi (Fe) dan Seng (Zn)

. Berdasarkan hasil uji karakteristik air limbah di laboratorium, air limbah industri galvanis memiliki kandungan antara lain Mangan (Mn) sebesar 1,66 mg/l, Besi (Fe) sebesar 140,84 mg/l, Nikel (Ni) sebesar 0,177 mg/l, Seng (Zn) sebesar 66,42 mg/l dan warna 10.000 PtCo (BPIK, 2014).

Usaha – usaha dalam pengendalian limbah ion logam berat belakangan ini semakin berkembang dan mengarah pada pencarian metode – metode baru yang murah dan efektif. Proses adsorpsi lebih banyak dipakai karena mempunyai beberapa keuntungan yaitu lebih ekonomis dan tidak menimbulkan efek samping yang beracun.

Adsorpsi adalah proses akumulasi adsorbat pada permukaan adsorben yang dihasilkan oleh gaya tarik menarik antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben. Interaksi yang terjadi pada molekul adsorbat dengan permukaan kemungkinan diikuti lebih dari satu interaksi, tergantung pada struktur kimia masing – masing komponen (Setyaningtyas, 2005)

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan salah satu tanaman yang termasuk dalam famili Palmae dan banyak tumbuh di daerah tropis, seperti di Indonesia. Tanaman kelapa membutuhkan lingkungan hidup yang sesuai untuk pertumbuhan dan produksinya. Faktor lingkungan itu adalah sinar matahari, temperatur, curah hujan, kelembaban, dan tanah (Palungkun, 2001). Sabut kelapa yang biasanya dibuang begitu saja dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat dalam limbah cair industri pelapisan logam. Sabut kelapa digolongkan sebagai material lingo – cellulosic yang merupakan polimer rantai lurus  $\beta$  – D glukosa. Arang aktif sabut kelapa diperoleh dengan pengarang sabut kelapa pada suhu 300-1000<sup>o</sup> C kemudian diaktifkan menggunakan NaOH 2% (Igwe dan Abia, 2005). Dengan adanya adsorpsi menggunakan sabut kelapa, diharapkan dapat membantu dalam pengurangan kandungan besi (Fe) dan Seng (Zn) dalam air limbah.

#### Tujuan

1. Menganalisis pengaruh variasi jenis ukuran media, dan konsentrasi aktifator NaOH terhadap penurunan besi (Fe), Seng (Zn) dan warna
2. Menganalisis pengaruh variasi debit effluen terhadap penurunan besi (Fe), Seng (Zn) dan warna
3. Mengetahui nilai konstanta kecepatan adsorpsi dan kapasitas jerap sabut kelapa sebagai media adsorpsi terhadap penurunan besi (Fe), Seng (Zn) dan warna

#### Ruang Lingkup Kajian

Ruang lingkup dalam studi penurunan kandungan logam berat besi (Fe), Seng (Zn) dan warna meliputi lingkup materi, masalah, sasaran, waktu dan tempat penelitian, serta pembahasan.

## METODOLOGI PENELITIAN

**Tabel 1.**  
**Variabel Penelitian**

Tujuan Operasional		
Menganalisa efektifitas penurunan dari adsorben yang terbuat dari bahan baku sabut kelapa untuk menurunkan Fe Zn dan Warna pada air limbah industri galvanis		
Variabel penelitian	Variabel bebas	Ukuran media 20-35 mesh dan 35-60 mesh; aktivator NaOH 0,5 M dan 1M; debit 10ml/menit dan 15/menit
	Variabel Terikat	Nilai effluen Fe, Zn dan Warna Setelah diadsorpsi
	Variabel Kontrol	Waktu kontak, tinggi kolom pada kontinyu
Jenis data yang digunakan		Data Primer dan Data Sekunder
Metode		Pengujian di reaktor, pengujian dan analisa di Laboratorium, dan Studi Pustaka
Sumber Data		Pengujian di reaktor, pengujian dan analisa di Laboratorium, dan Literatur

Sumber: Analisis Pribadi, 2014

#### Alat dan Bahan

**Alat:** timbangan elektrik, Oven, furnace, pH meter, *Atomic Absorption Spectrometer* (AAS), Desikator, Jar Test, erlenmeyer, gelas beker, kertas saring, blanko dan corong.

**Bahan:** Cairan NaOH 98%, limbah industri galvanis, aquadest, arang aktif sabut kelapa

#### Cara Kerja

Pembuatan bahan baku menjadi arang dengan cara pirolisis dimana bahan baku dengan cara dipanaskan menggunakan Furnace

dengan suhu 400<sup>0</sup> C selama 2 Jam (Setriyani Siahaan, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, 2013)

Setelah itu diaktivasi dengan NaOH 0,5 M dan 1 M selama 24 jam, setelah itu dicuci dengan aquades agar pH menjadi netral lalu didehidrasi dengan oven bersuhu 105<sup>0</sup> C selama 24 Jam.

**a. Pengujian Batch I**

Pengujian dengan batch dilakukan menggunakan jar test dengan limbah dengan ukuran 250 mll yang diisi masing-masing arang aktif seberat 3gram dengan variasi yang berbeda yaitu arang aktif ukuran 20-35 mesh dengan NaOH 0,5M dan NaOH 1 M , dan arang aktif ukuran 35-60 mesh dengan NaOH 0,5M dan NaOH 1M

**b. Pengujian Batch II**

Pengujian dengan batch II dilakukan untuk mencari metode adsorpsi yang digunakan dengan menggunakan variasi berat media 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 gram untuk mengetahui nilai dari q . Persamaan Isoterm yang dipakai pada percobaan batch adalah sebagai berikut:

Persamaan Freundlich :

$$\frac{x}{m} = k \cdot C^{\frac{1}{n}}$$

Dimana:

- $x/m$  = jumlah adsorbat terjerap per satuan bobot adsorben ( $\mu\text{g/g}$  adsorben)
- $C$  = konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi (ppm)
- $k, n$  = konstanta dimana nilainya tergantung pada temperatur jenis adsorben, dan jenis unsur yang diserap (Eckenfelder, 2000 dalam Pinardisti, 2006)

Persamaan Langmuir :

$$q = q_m \frac{K_{ads} \cdot C}{1 + K_{ads} \cdot C}$$

Dimana:

- $q$  = konsentrasi maksimum zat yang terserap dalam adsorben dalam keadaan setimbang
- $q_m$  = kapasitas maksimum adsorben

- $K_{ads}$  = ukuran afinitas adsorbate pada adsorben

- $C$  = konsentrasi zat terlarut pada saat setimbang. Sehingga dari Grafik diatas didapatkan sebuah persamaan garis:

$$y = ax + b \text{ dimana } a = 1/X_m \text{ dan } b = 1/X_m K$$

**Persamaan BET :**

$$q = \frac{q_m k b C}{(C_0 - C) [1 + (k b - 1) (\frac{C}{C_0})]}$$

Dimana:

- $q$  = konsentrasi maksimum zat yang terserap dalam adsorben dalam keadaan setimbang
- $C_0$  = Konstanta awal larutan
- $C_e$  = konstanta akhir Larutan
- $k b$  = Konstanta (tergantung pada energy adsorpsi)
- $q_m$  = kapasitas maksimum adsorben



Gambar 1 Rangkaian Percobaan Batch  
Sumber: dokumentasi pribadi, 2014

**c. Pengujian Kontinyu**

Arang aktif dengan penyisihan penurunan terbaik dari percobaan batch akan diujikan sebagai media adsorben pada reaktor kontinyu . Berikut langkah pengujian Adoserben pada reaktor :

1. Reaktor Kontinyu diisi dengan adsorben yang terpilih dari percobaan batch setinggi 65 cm) (Reynolds, 1982).
2. Alat dioperasikan dengan mengalirkan sampel limbah secara gravitasi kebawah secara terus menerus dari bak penampung umpan.
3. Sampel diambil dengan volume 25 mL dalam selang waktu yang telah ditentukan .
4. Setelah itu dilakukan pengukuran konsentrasi larutan sampel dengan

menggunakan *Flame Atomic Absorption Spectrometer* merek PE-3110 (Uji AAS) dan catat nilai konsentrasi yang telah diukur.

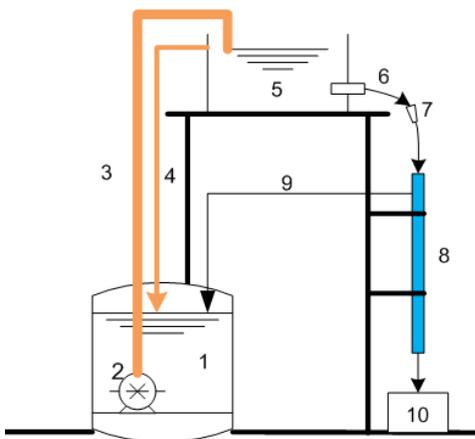
- Ulangi langkah dengan variasi debit yang berbeda.

Persamaan yang digunakan pada metode kontinu adalah Persamaan Thomas untuk mencari kapasitas adsorpsi dan konstanta kecepatan adsorpsi yaitu :

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{1 + e^{\frac{K_1}{Q}(q_0M - C_0V)}}$$

Dimana:

- C = konsentrasi solut keluar kolom
- C<sub>0</sub> = konsentrasi solut masuk kolom
- K<sub>1</sub> = konsentrasi laju
- q<sub>0</sub> = konsentrasi solut teradsorpsi maksimum fase padat, misal, garam solut per gram karbon
- M = massa adsorben, misal gram
- V = volume yang dilewatkan, misal liter
- Q = laju alir, misal liter/jam

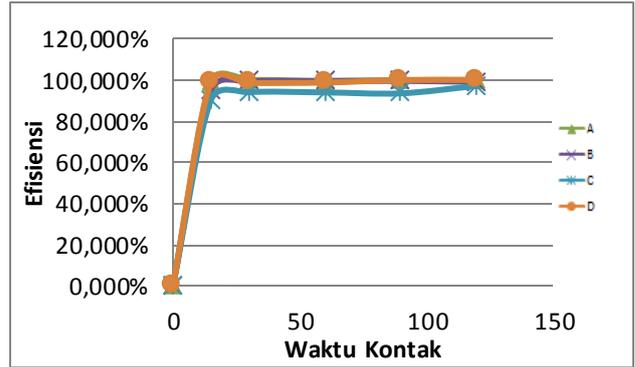


Gambar 2 Rangkaian Percobaan Kontinu  
Sumber: dokumentasi pribadi,2014

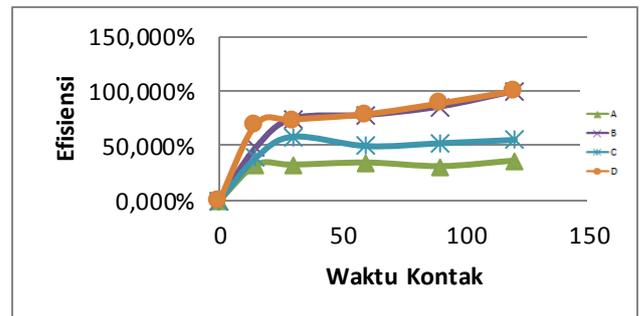
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a) Pengujian Batch I

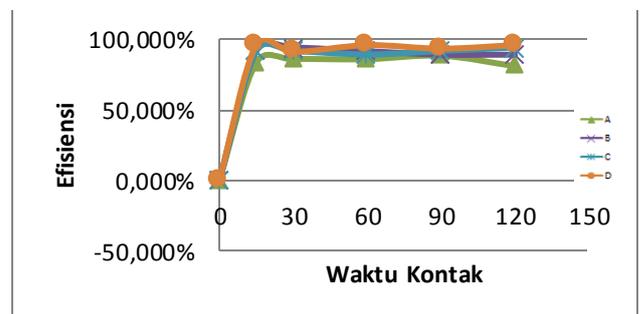
Dari hasil pengujian percobaan batch didapat grafik persentasi penyisihan Fe,Zn dan Warna seperti dibawah ini :



Gambar 3 grafik persentase penyisihan Fe  
Sumber: Analisa,2014



Gambar 4 grafik persentase penyisihan Zn  
Sumber: Analisa,2014



Gambar 5 grafik persentase penyisihan Warna  
Sumber: Analisa,2014

Keterangan

- A = arang aktif 20-35 mesh 0,5 M
- B = arang aktif 20-35 mesh 1 M
- C = arang aktif 35-60 mesh 0,5 M
- D = arang aktif 35-60 mesh 1 M

Dari Gambar 3 Penyisihan Fe terbesar dengan menggunakan arang aktif 35-60 mesh dengan NaOH 1M sebesar 99,994%.

Sedangkan untuk penyisihan Zn sebesar 99,574%, dan 96,08% untuk parameter Warna juga menggunakan arang aktif 35-60 mesh dengan NaOH 1M .

**b) Pengujian Batch II**

Dari hasil pengujian batch II didapat tabel pemilihan model adsorpsi sebagai berikut :

ukuran	35-60 Mesh Dengan aktivator NaOH 1 M		
	freundlich	langmuir	BET
persamaan	2,8047x - 4,8347	8718x - 960,63	(-)1130,3x + 767,14
slope	2,8047	8718	-1130,3
intercept	-4,8347	-960,63	767,14
R <sup>2</sup>	0,9429	0,9726	0,846

**Tabel 2**

**Persamaan Isoterm Adsorpsi parameter Fe**

Untuk Parameter Fe, model persamaan Freundlich adalah  $q = 1,021^{-5} \cdot C^{1/0,374}$  ; model persamaan Langmuir adalah  $q = \frac{0,2999 \times 5,605^{-4} C}{1+5,605^{-4} C}$  dan model persamaan BET adalah  $\frac{C_e}{(C_0-C_e)q} = \frac{1}{2,296 \cdot 2,091^{-3}} + \left(\frac{2,296-1}{2,296 \cdot 2,091^{-3}}\right) \left(\frac{C_e}{C_0}\right)$

**Tabel 3**

**Persamaan Isoterm Adsorpsi parameter Zn**

ukuran	35-60 Mesh Dengan aktivator NaOH 1 M		
	freundlich	langmuir	BET
persamaan	2,6071x - 4,9906	5969x - 335,82	-369,94x + 208,27
slope	2,6071	5969	-269,94
intercept	-4,99	-335,82	208,27
R <sup>2</sup>	0,9429	0,9829	0,8966

Untuk Parameter Zn, model persamaan Freundlich adalah  $q = 1,465^{-5} \cdot C^{1/0,356}$  ; model persamaan Langmuir adalah  $q = \frac{1,04^{-3} \times 1,29^{-4} C}{1+1,29^{-4} C}$  dan model persamaan BET adalah  $\frac{C_e}{(C_0-C_e)q} = \frac{1}{2,47 \cdot 5,277^{-4}} + \left(\frac{2,47-1}{2,47 \cdot 5,277^{-4}}\right) \left(\frac{C_e}{C_0}\right)$

**Tabel 4**

**Persamaan Isoterm Adsorpsi parameter Warna**

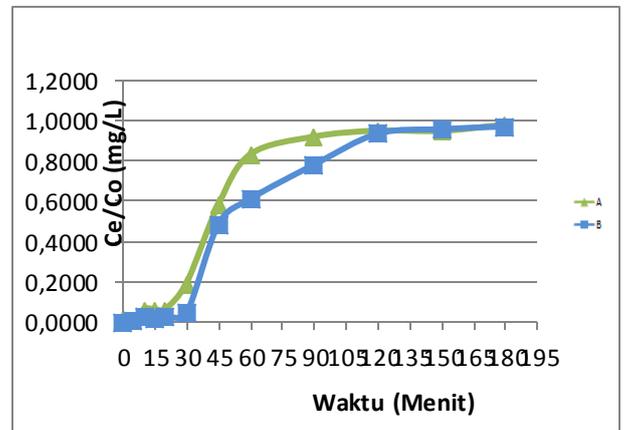
ukuran	35-60 Mesh Dengan aktivator NaOH 1 M		
	freundlich	langmuir	BET
persamaan	1,0412x - 3,5838	2923,8x + 2,0826	19,559x + 6,9616
slope	19,559	2923,8	19,559
intercept	-3,5838	2,0826	12,976
R <sup>2</sup>	0,9387	0,942	6,9616

Untuk Parameter Warna , model persamaan Freundlich adalah  $q = 2,607^{-4} C^{1/0,051}$  ; model persamaan Langmuir adalah  $q = \frac{0,4801 \times 7,12^{-4} C}{1+7,12^{-4} C}$  dan model persamaan BET adalah  $\frac{C_e}{(C_0-C_e)q} = \frac{1}{2,507 \cdot 2,091^{-3}} + \left(\frac{2,507-1}{2,507 \cdot 2,091^{-3}}\right) \left(\frac{C_e}{C_0}\right)$

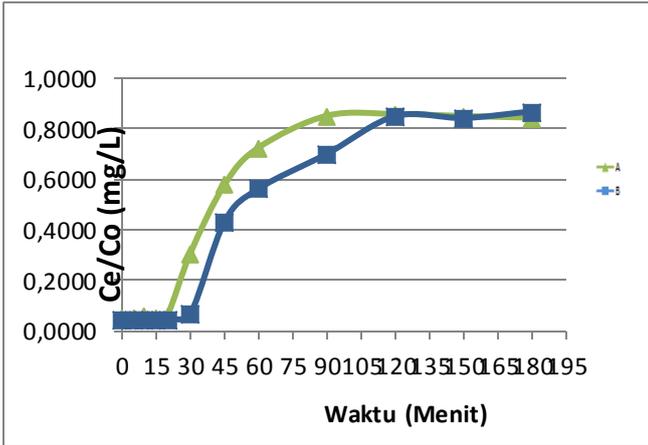
Hasil analisa menyatakan bahwa dari ketiga parameter metode adsorpsi yang digunakan adalah metode persamaan isoterm Langmuir karena nilai R<sup>2</sup> yang mendekati 1 .

**c) Pengujian Kontinyu**

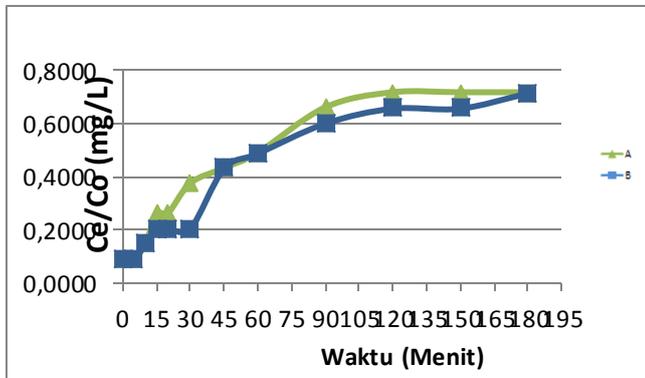
Dari hasil pengujian kontinyu didapat grafik terobosan sebagai berikut :



**Gambar 6** grafik terobosan penyisihan Fe  
Sumber: Analisa, 2014



Gambar 7 grafik terobosan penyisihan Zn  
Sumber: Analisa,2014



Gambar 8 grafik terobosan penyisihan Warna  
Sumber: Analisa,2014

Keterangan

- A = debit 25ml/menit
- B = debit 10ml/menit

Dari Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa debit 10 ml/menit mengalami waktu titik jenuh yang lebih lama yaitu di menit ke 120 dibandingkan debit 25 ml/menit yang sudah jenuh di menit ke 90 . Untuk parameter Zn dan Warna juga mengalami hal yang sama dengan paramater Fe sehingga dapat disimpulkan kemampuan jerap dengan debit 10ml/menit memiliki durasi yang lebih lama dibanding debit 25 ml/menit .

Persamaan Thomas yang digunakan pada metode kontinyu untuk mencari nilai kapasitas adsorpsi dan juga nilai konstanta kecepatan adsorpsi yaitu :

- **Parameter Fe**

- Debit 25 mL/menit

$$\text{slope} = \frac{k_1 \cdot C_0}{Q}$$

$$1,9085 = \frac{k_1 \times 34,9986}{0,417 \text{ ml/detik}}$$

$$K_1 = 0,0227 \text{ ml/mg.detik}$$

$$\text{Intercept} = \frac{k_1 \cdot q_0 \cdot M}{Q}$$

$$3,3571 = \frac{0,0227 \times q_0 \times 100 \text{ gr}}{0,417 \text{ ml/detik}}$$

$$q_0 = 0,6167 \text{ mg/g}$$

Persamaan Thomas yang dihasilkan adalah :

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{1e^{0,0227/Q(0,6167M - C_0 \cdot V)}}$$

- Debit 10 mL/menit

:

$$\text{slope} = \frac{k_1 \cdot C_0}{Q}$$

$$5,2873 = \frac{k_1 \times 34,9986}{0,1666 \text{ ml/detik}}$$

$$K_1 = 0,02516 \text{ ml/mg.detik}$$

$$\text{Intercept} = \frac{k_1 \cdot q_0 \cdot M}{Q}$$

$$4,3791 = \frac{0,02516 \times q_0 \times 100 \text{ gr}}{0,1666 \text{ ml/detik}}$$

$$q_0 = 0,289 \text{ mg/g}$$

Persamaan Thomas yang dihasilkan adalah :

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{1e^{0,02516/Q(0,289M - C_0 \cdot V)}}$$

- **Parameter Zn**

- Debit 25 mL/menit

$$\text{slope} = \frac{k_1 \cdot C_0}{Q}$$

$$1,226 = \frac{k_1 \times 21,3874}{0,417 \text{ ml/detik}}$$

$$K_1 = 0,0239 \text{ ml/mg.detik}$$

$$\text{Intercept} = \frac{k_1 \cdot q_0 \cdot M}{Q}$$

$$2,4136 = \frac{0,0239 \times q_0 \times 100 \text{ gr}}{0,417 \text{ ml/detik}}$$

$$q_0 = 0,421 \text{ mg/g}$$

Persamaan Thomas yang dihasilkan adalah :

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{1e^{0,0239/Q(0,421M-Co.V)}}$$

b. Debit 10 mL/menit

$$\text{slope} = \frac{k_1 \cdot C_0}{Q}$$

$$3,3353 = \frac{k_1 \times 21,3874}{0,1666 \text{ ml/detik}}$$

$$K_1 = 0,0259 \text{ ml/mg.detik}$$

$$\text{Intercept} = \frac{k_1 \cdot q_0 \cdot M}{Q}$$

$$2,9972 = \frac{0,0259 \times q_0 \times 100 \text{ gr}}{0,1666 \text{ ml/detik}}$$

$$q_0 = 0,1927 \text{ mg/g}$$

Persamaan Thomas yang dihasilkan adalah :

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{1e^{0,0259/Q(0,1927M-Co.V)}}$$

• **Parameter Warna**

a. Debit 25 mL/menit

$$\text{slope} = \frac{k_1 \cdot C_0}{Q}$$

$$0,7171 = \frac{k_1 \times 345,9514}{0,417 \text{ ml/detik}}$$

$$K_1 = 0,000864 \text{ ml/mg.detik}$$

$$\text{Intercept} = \frac{k_1 \cdot q_0 \cdot M}{Q}$$

$$1,5714 = \frac{0,000864 \times q_0 \times 100 \text{ gr}}{0,417 \text{ ml/detik}}$$

$$q_0 = 7,5842 \text{ mg/g}$$

Persamaan Thomas yang dihasilkan adalah :

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{1e^{0,000864/Q(7,5842M-Co.V)}}$$

b. Debit 10 mL/menit

$$\text{slope} = \frac{k_1 \cdot C_0}{Q}$$

$$1,8087 = \frac{k_1 \times 345,9514}{0,16666 \text{ ml/detik}}$$

$$K_1 = 0,000871 \text{ ml/mg.detik}$$

$$\text{Intercept} = \frac{k_1 \cdot q_0 \cdot M}{Q}$$

$$1,7695 = \frac{0,000871 \times q_0 \times 100 \text{ gr}}{0,166 \text{ ml/detik}}$$

$$q_0 = 3,3846 \text{ mg/g}$$

Persamaan Thomas yang dihasilkan adalah :

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{1e^{0,000871/Q(3,3846M-Co.V)}}$$

**Tabel 5**  
**Persamaan Isoterm Adsorpsi parameter Warna**

Parameter	Debit (mL/menit)	Konstanta Kecepatan Adsorpsi (k <sub>1</sub> ) (mL/mg.detik)	Kapasitas Adsorpsi (q <sub>0</sub> ) (mg/g)
Fe	25	0,0227	0,6167
	10	0,02516	0,289
Zn	25	0,0239	0,421
	10	0,0259	0,1927
Warna	25	0,000864	7,5842
	10	0,000871	3,3846

Pada tabel 5 dapat dilihat bahwa kapasitas adsorpsi terbesar adalah debit 25 ml/detik . Untuk konstanta kecepatan adsorpsi terdapat selisih angka yang sedikit antara debit

25ml/menit dengan debit 10ml/menit dari ketiga parameter

Namun dilihat dari perhitungan kapasitas adsorpsi dapat disimpulkan dengan semakin besarnya nilai kapasitas adsorpsi mengakibatkan media adsorben akan lebih cepat mengalami kejenuhan ,sehingga titik jenuh lebih cepat tercapai pada debit yang lebih besar yaitu debit 25 ml/menit .

### **Pembahasan Percobaan Batch**

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah luas permukaan,ukuranpori,sifat,serapan,temperatur dan pH.

Pada percobaan batch, dilakukan pengadukan jar test selama 60 menit. Hal ini dilakukan untuk memberi kesempatan pada partikel arang aktif sabut kelapa untuk bersinggungan dengan senyawa serapan yang ada di limbah galvanis . Penurunan konsentrasi terjadi secara perlahan – lahan, semakin lama waktu kontak maka presentase penurunan konsentrasi Fe, Zn, dan warna semakin besar (Ramandani, 2010).

Kecepatan penurunan terjadi terbesar terjadi pada menit ke 30 pertama yang dapat dilihat pada tabel penurunan batch . Hal ini terjadi karena pada saat itu proses pertukaran ion paling optimal dan arang aktif masih dalam keadaan segar. Pada menit – menit pertama, gaya tarik menarik antara ion – ion dalam limbah dengan permukaan arang aktif sabut kelapa yang terjadi sangat kuat dan lapisan pengikat yang terjadi masih merupakan lapisan pertama. Pengerakan adsorbat menuju adsorben ini didasarkan adanya perbedaan konsentrasi, sehingga adsorbat bergerak dari larutan kental menuju larutan encer (Eckenfeler, 2000 dalam Ramandani, 2010).

### **Pembahasan Percobaan Kontinyu**

Dalam percobaan ini, arang sabut kelapa direndam selama 24 jam menggunakan NaOH 1 M.Setelah itu arang aktif yang telah direndam dengan aktivator NaOH dicuci menggunakan aquades agar menjadi netral. Hal ini berfungsi untuk melarutkan pengontor yang menutupi pori –

pori pada arang sekam padi sehingga luas permukaan arang sekam padi menjadi relatif lebih besar (Diantariani, 2010).

Proses adsorpsi pada percobaan kontinyu dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah debit . Percobaan yang dilakukan menggunakan debit 25ml/menit dan 10 ml/menit . Berdasarkan gambar grafik terobosan debit yang ada diatas,dapat dilihat bahwa debit 25ml/menit menunjukkan data penurunan yang cepat sehingga lebih cepat mengalami proses jenuh .

Debit yang besar maka waktu kontak semakin kecil sehingga zat – zat yang dalam air limbah yang lolos dari adsorben lebih banyak. Dengan debit yang lebih besar juga dapat mempercepat titik jenuh hal ini dikarenakan perpindahan masa yang pendek. Sedangkan untuk debit yang lebih kecil kurva pada grafik terlihat landai.

Hal ini dipengaruhi oleh perpindahan masa yang panjang dan menyebabkan titik jenuh yang lama. Semakin besarnya nilai kapasitas adsorpsi mengakibatkan media adsorben akan lebih cepat mengalami kejenuhan ,sehingga titik jenuh lebih cepat tercapai pada debit yang lebih besar yaitu debit 25 ml/menit .

### **KESIMPULAN**

Setelah dilakukan penelitian ini kita dapat menarik kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian yaitu :

1. Pengaruh dari variasi ukuran media dan konsentrasi aktivator NaOH adalah efisiensi penurunan konsentrasi . Efisiensi penurunan konsentrasi terbesar pada percobaan batch dengan menggunakan arang aktif sabut kelapa ukuran 35-60 Mesh dan aktivator 1 M NaOH . efisiensi penyisihannya adalah 99,994% untuk parameter Fe , 99,574% untuk parameter Zn , dan 96,08% untuk parameter Warna

2. Pengaruh dari variasi debit effluen pada percobaan kontinyu adalah efisiensi penurunan dan titik jenuh. Efisiensi penurunan konsentrasi terbesar dengan waktu jerap lebih lama dengan menggunakan arang aktif sabut kelapa terbaik pada percobaan batch dengan variasi debit 10ml/menit. Waktu jenuh pada parameter Fe, Zn, dan Warna tercapai pada menit ke 120 sedangkan untuk debit 25ml/menit tercapai pada menit ke 90.
3. Nilai konstanta kecepatan adsorpsi dan kapasitas jerap sabut kelapa sebagai media adsorpsi terhadap penurunan besi (Fe), Seng (Zn) dan warna adalah sebagai berikut :

• **Percobaan Batch :**

- Parameter Fe :

Isoterm Langmuir mempunyai nilai K dan  $q_m$  :

$$K_f = 5,605^{-4} \quad q_m = 0,2999$$

Model isoterm Fe sesuai dengan  $q$  model langmuir adalah sebagai berikut :

$$q = \frac{0,2999 \times 5,605^{-4} C}{1 + 5,605^{-4} C}$$

- Parameter Zn :

Isoterm Langmuir mempunyai nilai K dan  $q_m$  :

$$K_f = 1,29^{-4} \quad q_m = 1,04^{-3}$$

Model isoterm Zn sesuai dengan model isoterm adsorpsi langmuir adalah sebagai berikut

$$q = \frac{1,04^{-3} \times 1,29^{-4} C}{1 + 1,29^{-4} C}$$

- Parameter Warna :

Isoterm Langmuir mempunyai nilai K dan  $q_m$  :

$$K_f = 7,12^{-4} \quad q_m = 0,4801$$

Model isoterm warna sesuai dengan model isoterm adsorpsi langmuir adalah sebagai berikut

$$q = \frac{0,4801 \times 7,12^{-4} C}{1 + 7,12^{-4} C}$$

• **Percobaan Kontinyu :**

Parameter	Debit (mL/menit)	Konstanta Kecepatan Adsorpsi ( $k_1$ ) (mL/mg.detik)	Kapasitas Adsorpsi ( $q_0$ ) (mg/g)
Fe	25	0,0227	0,6167
	10	0,02516	0,289
Zn	25	0,0239	0,421
	10	0,0259	0,1927
Warna	25	0,000864	7,5842
	10	0,000871	3,3846

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anggoro, M Toha dkk. 2007. *Metode Penelitian Universitas Terbuka* : Jakarta
- Arikunto, Prof. Dr. Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. PT Rineka Cipta : Jakarta
- Budiyono, Sumardiono S. 2013, *Teknik Pengolahan Air*. Graha Ilmu : Yogyakarta.
- Eckenfelder.2000. *Industrial Water Pollution Control*. Mc Graw Hill Book Company . Singapore .
- Gustin Medina P. *Pengaruh Kecamatan pengadukan & Massa Adsorben terhadap efektivitas Penurunan Zat Warna & Logam Berat Cu & Ni Limbah Tekstil dengan Bottom Ash (abu endapan)*. Jurusan Teknik Lingkungan UNDIP

- Hadiwidodo , Mochtar . 2008 .  
 PENGGUNAAN ABU SEKAM  
 PADI SEBAGAI ADSORBEN  
 DALAM PENGOLAHAN AIR  
 LIMBAH YANG  
 MENGANDUNG LOGAM Cu .  
 Jurusan Teknik Lingkungan  
 UNDIP
- Igwe , J. C . et al , 2007 . *Adsorption  
 Kinetics and Intraparticulate  
 Diffusivities Of Hg , As and Pb Ions  
 On Unmodified and Thiolated  
 Coconut Fiber*. Int . J .  
[http://www.sid.ir/en/viewpaper.asp  
 ?id-102116&varst=1](http://www.sid.ir/en/viewpaper.asp?id-102116&varst=1).
- I Wayan Sudiarta, Ni Putu Diantariani, dan  
 Dwi Ariani Yulihastuti . Biosorpsi  
 Cr (III) pada Biosorben Serat Sabut  
 Kelapa teraktivasi Amonium  
 Hidroksida (NH<sub>4</sub>OH) Jurusan  
 Kimia, Jurusan Biologi FMIPA  
 Universitas Udayana
- Metcalf & Eddy . 2003 . *Waste Water  
 Engineering Treatment Disposal  
 and Reuse* , Mc Graw Hill  
 Publishing Company . New York
- Montgomery , James E . 1985 . *Water  
 Treatment Principles and Disposal*  
 . John Wiley & Sons Inc . Canada
- Nuurul Lathifah . *Pengaruh Massa  
 Adsorben dan Debit Terhadap  
 Efektifitas Penurunan Zat Warna  
 Reaktif Dan Logam Berat (CU, NI)  
 Limbah Tekstil pada Pemanfaatan  
 Bottom Ash Sebagai Adsorben*  
 Jurusan Teknik Lingkungan  
 UNDIPU
- Raditya Derifa Jannatin, Mohammad Razif,  
 Mahirul Mursid. *Uji Efisiensi  
 Removal Adsorpsi Arang Batok  
 Kelapa untuk mereduksi Warna dan  
 Permanganat Value dari Limbah  
 Cair Industri Batik* , Jurusan Teknik  
 Lingkungan FTSP-ITS urusan  
 Teknik Mesin FTI-ITS
- Ramdani Ika (2008). *Penurunan Kadar  
 Kromium Total Hasil Reduksi  
 Kromium (VI) Limbah Cair  
 Industri Pelapisan Logam Krom  
 Menggunakan Adsorben Arang  
 Aktif dari Sabut Kelapa (Cocos  
 nucifera) Studi Kasus : Limbah  
 Cair Industri Pelapisan Logam CV  
 Citra Utama Semarang*. Jurusan  
 Teknik Lingkungan UNDIP
- Sawyer , Clair N ,et all 2003 . *Chemistry  
 for Environmental Engineering and  
 Science Fifth Edition* . Mc Graw  
 Hill . New York .
- Sundtrom , D.W. and Klei , H.E. 1979 ,  
*Waste Water Treatment Prentice  
 Hall Inc* . Engelwood Cliffs . New  
 Jersey .
- Tchobanoglous, George, et.al. 2003.  
*Wastewater Engineering Treatment  
 and Reuse*, 4<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill  
 Company : Singapore.
- Reynolds , Tom . D , 1982 .*Unit  
 Operations and Processes in  
 Environmental Engineering*  
 Wadsworth Inc . California .