

Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Kulit Singkong Terhadap Penyisihan Kadar COD dan BOD Pada Pengolahan Limbah Cair Tahu

Ade Rani Putri¹⁾, Syarfi Daud²⁾, Shinta Elystia³⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Riau

²⁾Dosen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Riau

Program Studi Teknik Lingkungan S1

Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya, Jl. HR Soebrantas, Km.12,5, Panam – Pekanbaru

Email: ranitl13ur@gmail.com

ABSTRACT

One of the treatments of reducing the pollutant level in tofu liquid waste is adsorption with cassava skin adsorbent. The objective of the study was to calculate the efficiency of minimizing of COD and BOD levels on the effluent treatment of tofu waste and to determine the appropriate adsorption isotherm. The fixed variable used in this study was stirring speed of 100 rpm and contact time 60 minutes. The main variable used consisted of a mass of adsorbent 1.5; 2 and 2.5 g and a particle measurement variation of -50+100; -100+170 and -170 mesh. The highest removal efficiency of COD and BOD was 74.74% and 71.48% at 2.5 g mass with 170 mesh particle size. The type of isotherm that is suitable with the adsorption of COD and BOD content by cassava skin adsorbent is Freundlich isotherm with R² value of 0.9875 for COD and 0.9971 for BOD. The highest metal removal efficiency of COD and BOD was 74.74% and 71.48% at 2.5 g mass with -170 mesh particle measurement. The type of isotherm that is suitable the adsorption of COD and BOD content by cassava skin adsorbent is Freundlich isotherm with R² value of 0.9875 of COD and 0.9971 for BOD.

Keywords: Adsorbent, Adsorption, BOD, COD, Cassava Skin, Tofu Liquid Waste

PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan salah satu jenis industri kecil yang limbah cairnya perlu segera ditangani karena didalam proses produksinya mengeluarkan limbah cair yang mencemari lingkungan perairan disekitarnya baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Metode penanganan limbah saat ini telah berkembang sangat pesat. Salah satu penanganan dalam pengolahan limbah cair industri adalah digunakannya suatu adsorben untuk menurunkan kadar senyawa organik polutan dari lingkungan perairan. Salah satu adsorben yang memiliki kemampuan adsorpsi yang besar adalah arang aktif.

Salah satu material biomassa dari residu hasil pertanian yang belum banyak dimanfaatkan dan mempunyai potensi yang cukup baik sebagai adsorben adalah kulit singkong. Kriteria pemilihan adsorben antara lain: kemampuan ketersediaan bahan dasar, harganya tidak mahal, memiliki kandungan karbon yang tinggi serta memiliki unsur inorganik (seperti abu) yang rendah (Manocha Satish, 2003). Adsorben kulit singkong telah berhasil menurunkan kadar TSS sebesar 96,7% pada limbah tepung tapioka (Rajagukguk, 2017) dan menurunkan kadar logam Pb pada limbah electroplating sebesar 95,46% (Gin *et al.*, 2014).

Arang aktif dapat dijadikan sebagai adsorben karena memiliki pori-pori yang dapat menyerap adsorbat seperti zat-zat organik yang terdapat di dalam limbah cair tahu. Arang aktif dapat digunakan sebagai adsorben karena arang aktif bersifat sangat aktif terhadap partikel yang

kontak dengan arang aktif tersebut (Sembiring, 2003). Arang aktif yang berasal dari kulit singkong diharapkan dapat digunakan sebagai adsorben yang murah dan efisien dalam menurunkan kadar BOD dan COD dalam pengolahan limbah cair industri tahu.

METODOLOGI

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari : Limbah cair dari industri tahu UD. Dika Putra Jalan Sukajadi, Kubang Raya, Pekanbaru, Limbah kulit singkong, Aktivator H_3PO_4 0,6 M dan aquadest.

A. Variabel Penelitian

Variabel Tetap

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah kecepatan pengadukan 100 rpm dan waktu kontak 60 menit.

Variabel Berubah

Variabel berubah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- a. Massa adsorben 1,5; 2 dan dan 2,5 gram.
- b. Ukuran partikel adsorben - 50+100; -100+170 dan -170 mesh.

B. Prosedur Penelitian

Preparasi Kulit Singkong

Kulit singkong dijemur dibawah sinar matahari selama 5 hari. Setelah kering dipotong kecil-kecil (1-2 cm).

Proses Karbonisasi

Proses karbonisasi dilakukan menggunakan furnace yang dipanaskan dengan suhu 300°C

selama 2 jam (Ikawati dan Melati, 2010). Kemudian arang didinginkan dalam desikator, setelah dingin arang digerus halus dan diayak dengan ukuran -50+100; -100+170 dan -170 mesh.

Proses Aktivasi

Arang yang telah diayak kemudian diaktivasi dengan cara direndam dengan H₃PO₄ 0,6 M selama 12 jam (Swastha, 2010). Setelah itu disaring dengan kertas saring untuk memisahkan endapan dengan larutannya, kemudian arang yang disaring dicuci dengan aquadest agar pH menjadi netral lalu dipanaskan dengan oven pada suhu 105°C selama 4 jam kemudian didinginkan didalam desikator.

Pengujian karakterisasi Adsorben kulit singkong (SII No. 0258-88)

1. Kadar Air

Sebanyak 1 gram arang aktif dimasukkan kedalam cawan yang telah diketahui beratnya, kemudian dimasukkan kedalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya.

2. Kadar Abu (*Ash Content*)

Sebanyak 1 gram arang aktif dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Kemudian dimasukkan ke dalam furnace dan dibakar pada suhu 800°C selama 2 jam. Setelah itu di dinginkan di dalam desikator dan ditimbang beratnya.

3. Kadar Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Sebanyak 1 gram arang aktif dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya.

Kemudian dimasukkan ke dalam furnace dan dipanaskan pada suhu 950°C, setelah suhu tercapai selanjutnya didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang beratnya

4. Kadar Karbon (*Fixed Carbon*)

Penetapan kadar karbon pada arang aktif tidak dilaksanakan secara langsung tetapi didapat dari hasil perhitungan secara tidak langsung.

Proses Adsorpsi

Adsorben kulit singkong yang telah digerus halus dengan ukuran -50+100; -100+170 dan -170 mesh ditimbang masing-masing 1,5; 2 dan 2,5 gram. Dimasukkan kedalam 200 ml, di aduk menggunakan jar test dengan kecepatan 100 rpm selama 60 menit. Kemudian di endapkan 30 menit dan disaring dengan kertas saring. Kemudian dilakukan analisa COD dan BOD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Awal Limbah Cair Tahu

Uji kualitas awal limbah cair tahu dari jalan Sukajadi, Kubang Raya, Kota Pekanbaru ini meliputi COD dan BOD. Adapun hasil uji awal kandungan COD dan BOD pada limbah cair tahu ini dibandingkan dengan tiga penelitian lainnya dapat dilihat pada Tabel 1 :

| Parameter | Analisis Karakteristik Awal Limbah Cair Tahu | | | | Baku Mutu Air Limbah *) |
|-----------|--|------------------|--------------|--------------|-------------------------|
| | Penelitian ini (2018) | Pamungkas (2017) | Laras (2015) | Fatha (2007) | |
| COD | Hasil Analisis (mg/l) 2.788 | 5.532 | 8.600 | 11.032,3 | 300 |
| BOD | Hasil Analisis (mg/l) 1.767,6 | 3.374 | 4.412 | 6.360,5 | 150 |

*) PermenLH RI No. 5/MENLH/PER/2014

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan hasil uji karakteristik limbah cair tahu menunjukkan nilai COD adalah 2.788 mg/L, sedangkan nilai COD yang diizinkan adalah 300 mg/L. Nilai BOD pada penelitian ini adalah 1.767,6 mg/l sedangkan nilai BOD yang diizinkan adalah 150 mg/L. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut agar limbah cair tahu tersebut memenuhi standar

baku mutu air limbah yang telah ditetapkan.

Karakterisasi Arang Aktif

Karakterisasi arang aktif kulit singkong dilakukan meliputi kadar air, kadar abu, kadar *volatile* dan *fixed* karbon menurut SII No. 0258-88 dibandingkan dengan penelitian Afmarenti (2017) dapat dilihat pada Tabel 2 :

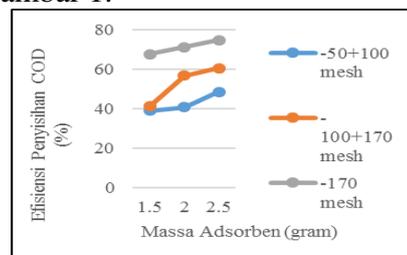
Tabel 2. Hasil Uji Karakteristik Arang Aktif Kulit Singkong

| Ukuran Partikel (Mesh) | Kadar Air (%) | | Kadar Abu (%) | | Kadar <i>Volatile</i> (%) | | <i>Fixed Carbon</i> (%) | |
|------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|------------------|---------------------------|------------------|-------------------------|------------------|
| | Penelitian ini (2018) | Afmarenti (2017) | Penelitian ini (2018) | Afmarenti (2017) | Penelitian ini (2018) | Afmarenti (2017) | Penelitian ini (2018) | Afmarenti (2017) |
| -50+100 | 0,13 | 1,6 | 1,47 | 4,80 | 1,52 | 6,4 | 97,01 | 88,78 |
| -100+170 | 0,07 | 1,4 | 1,64 | 2,82 | 1,56 | 2,51 | 96,99 | 94,67 |
| -170 | 0,04 | 1,27 | 1,41 | 2,63 | 1,37 | 2,10 | 97,03 | 95,27 |
| SII No. 0258-88 | Max 15% | | Max 10% | | Max 25% | | Min 65% | |

Hasil uji karakteristik pada penelitian ini didapatkan nilai persentase kadar air, kadar abu, kadar *volatile* dan *fixed* karbon yang tinggi dari penelitian Afmarenti (2017), hal ini karena dilakukan dengan aktivasi kimia dengan aktivator yang berbeda sehingga hasil persentase tiap uji karakteristik arang aktif kulit singkong yang didapatkan juga berbeda. Pada penelitian ini menggunakan aktivator H_3PO_4 0,6 M sedangkan penelitian Afmarenti (2017) menggunakan aktivator NaOH 0,1 N.

Pengaruh Massa Adsorben dan Ukuran Partikel Terhadap Efisiensi Penyisihan COD

Hasil analisa pengaruh massa adsorben kulit singkong dan ukuran partikel terhadap efisiensi penyisihan COD dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Pengaruh Massa Adsorben dan Ukuran Partikel Terhadap Efisiensi Penyisihan COD pada Limbah Cair Tahu

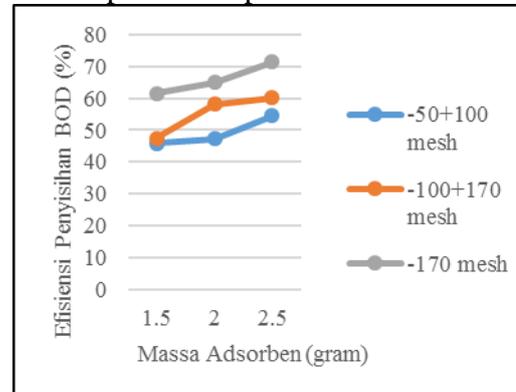
Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa persentase efisiensi penyisihan COD dengan massa 1,5; 2 dan 2,5 gram, ukuran partikel -50+100; -100+170 dan -170 mesh terjadi peningkatan seiring bertambahnya massa dan semakin kecilnya ukuran partikel adsorben namun relatif kecil. Efisiensi penyisihan kadar COD tertinggi dicapai pada massa 2,5 gram ukuran partikel -170 mesh yaitu 74,74%. Semakin banyak massa adsorben yang digunakan semakin tinggi pula tingkat efisiensinya. Hal ini dikarenakan dengan meningkatnya massa adsorben, maka luas permukaan adsorben lebih banyak tersedia sehingga terjadi peningkatan bidang aktif pada adsorben. Bertambahnya massa adsorben kulit singkong sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan adsorben kulit singkong sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat oksigen juga bertambah dan efisiensi penyisihan pun meningkat.

Efisiensi penyisihan kadar COD tertinggi pada ukuran partikel -170 mesh. Semakin tinggi nilai mesh, ukuran partikelnya semakin halus sehingga luas permukaan karbon aktif semakin besar, dengan demikian semakin banyak jumlah bagian aktif yang tersedia sehingga menyebabkan semakin banyak partikel adsorbat yang dapat diserap dan efisiensi penyisihan pun semakin meningkat.

Pengaruh Massa Adsorben dan Ukuran Partikel Terhadap Efisiensi Penyisihan BOD

Hasil analisa pengaruh massa adsorben kulit singkong dan ukuran

partikel terhadap efisiensi penyisihan BOD pada limbah cair tahu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pengaruh Massa Adsorben dan Ukuran Partikel terhadap Efisiensi Penyisihan BOD

Berdasarkan Gambar 2 dapat dijelaskan hubungan antara perubahan massa adsorben dan ukuran partikel terhadap efisiensi penyisihan BOD. Secara umum persentase efisiensi penyisihan BOD dengan massa 1,5; 2 dan 2,5 gram, ukuran partikel -50+100; -100+170 dan -170 mesh terjadi peningkatan seiring bertambahnya massa dan semakin kecilnya ukuran partikel adsorben namun relatif kecil. Efisiensi penyisihan kadar BOD tertinggi dicapai pada massa 2,5 gram ukuran partikel -170 mesh dengan efisiensi penyisihan kadar BOD yaitu 71,48%. Bertambahnya massa adsorben kulit singkong sebanding dengan jumlah partikel dan luas permukaan adsorben kulit singkong sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat oksigen juga bertambah dan efisiensi penyisihan pun meningkat. Bertambahnya massa adsorben kulit singkong sebanding dengan ukuran partikel dan luas permukaan adsorben kulit singkong sehingga

menyebabkan jumlah tempat mengikat oksigen juga bertambah dan efisiensi penyisihan pun meningkat.

Penentuan jenis isotherm adsorpsi oleh adsorben kulit singkong tipe Langmuir dan freundlich dapat dilihat pada Tabel 3.

Penentuan Jenis Isotherm Adsorpsi Kadar COD dan BOD yang sesuai

Tabel 3 Perbandingan Persamaan Garis pada Variasi Massa untuk kadar COD

| Isotherm Langmuir | | | | Isotherm Freundlich | | | |
|-------------------------|---------|-----------|----------------|------------------------|---------|--------|----------------|
| Persamaan Garis | A | b | R ² | Persamaan Garis | K | N | R ² |
| $y = -0,0006x + 1,2995$ | 19,9296 | -1666,666 | 0,9497 | $y = 1,6438x + 1,7654$ | 58,2639 | 0,6083 | 0,9875 |

Tabel 4 Perbandingan Persamaan Garis pada Variasi Massa untuk kadar BOD

| Isotherm Langmuir | | | | Isotherm Freundlich | | | |
|-------------------------|--------|-------|----------------|-------------------------|--------|--------|----------------|
| Persamaan Garis | a | b | R ² | Persamaan Garis | K | N | R ² |
| $y = -0,0002x + 1,1307$ | 13,511 | -5000 | 0,0645 | $y = -0,4935x + 4,4358$ | 22,803 | -2,026 | 0,9971 |

Berdasarkan Tabel 3 dan 4 dapat dilihat bahwa pengujian data-data menggunakan isotherm Langmuir dan Freundlich menunjukkan nilai R² yang baik. Jenis isotherm adsorpsi oleh adsorben kulit singkong pada kadar COD dan BOD cenderung mengikuti jenis isotherm Freundlich dari pada langmuir, hal ini dapat dilihat dari nilai R² untuk kadar COD yaitu 0,9875 dan BOD 0,9971 yang paling mendekati angka 1. Pada isotherm Freundlich, adsorpsi yang terjadi secara fisik dan membentuk lebih dari satu lapisan (*multilayer*). Pada adsorpsi fisik adsorbat tidak terikat kuat pada permukaan adsorben

sehingga adsorbat dapat bergerak dari suatu bagian permukaan ke permukaan yang lain, dan pada permukaan yang ditinggalkan oleh adsorbat dapat digantikan oleh adsorbat yang lainnya. Adsorpsi fisik ini terjadi karena adanya gaya Van Der Waals yaitu gaya tarik menarik yang lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben (Jasmal, 2015).

Kesimpulan

1. Efisiensi penyisihan kadar COD pada limbah cair tahu yang tertinggi adalah 74,74 % pada massa adsorben 2,5 gram dan ukuran partikel -170 mesh.

2. Efisiensi penyisihan kadar BOD pada limbah cair tahu yang tertinggi adalah 71,48 % pada massa adsorben 2,5 gram dan ukuran partikel -170 mesh.
3. Persamaan isoterm adsorpsi kadar COD dan BOD yang terpilih adalah isoterm Freundlich. Hal ini menandakan bahwa lapisan yang terbentuk adalah lapisan multilayer dengan diperoleh nilai R^2 masing masingnya yaitu 0,9875 dan 0,9971.

Saran

Pada penelitian lanjutan diperlukan penambahan massa adsorben untuk memperoleh peningkatan efisiensi COD dan BOD serta variasi waktu kesetimbangan serta dilakukan adsorpsi menggunakan adsorben kulit singkong terhadap adsorbat lainnya.

Daftar Pustaka

Afmententi, Winda. 2017. *Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Kulit Singkong Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe dan Warna Pada Air Gambut*. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Riau.

Amin, A., Sitorus, S., dan Yusuf, B. 2016. *Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung (Zea Mays L) Sebagai Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Amonia, Nitrit Dan Nitrat Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Teknik Celup*. *Jurnal Kimia Mulawarman Volume 13 Nomor 2 Mei 2016*

Fatha, A. 2007. *Pemanfaatan Zeolit Aktif Untuk Menurunkan BOD dan COD Limbah Cair Tahu*. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang

Gin, W.A., Jimoh, A., and Valsamidou, E. 2011. *Removal of Nickel, Copper, Zinc and Chromium from Syntethic and Industrial Wastewater by Electrocoagulation*. *International Journal of Environmental Sciences, Volume 1 No 5*. Yunani: Technological Education Isntitute TEI of Kavala.

Jasmal., Sulfikar. dan Ramlawati. 2015. *Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Ijuk Pohon Aren (Arenga pinnata) Terhadap Pb^{2+}* . Vol.IV No 1. Maret 2015, Hal. 57-66. Semarang.

Laras, dkk. 2015. *Pemanfaatan Arang Aktif Limbah Kulit Kacang Kedelai (Glycine Max) dalam Meningkatkan Kualitas Limbah Cair Tahu*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya.

Manocha, S.M. 2003. *Porous Carbons. Sadhana volume 28 part 1 & 2 pp 335-348*. India.

Pamungkas W.A dan Slamet Agus. 2017. *Pengolahan Tipikal Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tahu di Kota Surabaya*. *Jurnal Teknik ITS Vol. 6, No. 2*.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia.

2014. Jakarta, Nomor 5/
MENLH/PER/2014,
Tentang Baku Mutu Air
Limbah
- Rajagukguk, F. H. 2011. *Efektivitas Karbon Aktif Kulit Singkong Untuk Menurunkan Kadar Biological Oksigen Demand (BOD) dan Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah Pabrik Tepung Tapioka*. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sembiring, M.T dan T.S. Sinaga, 2003. *Arang Aktif (Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. USU Press. Sumatera Utara.
- SII No. 0258-88 Tentang
Persyaratan Kualitas Arang
Aktif.
- Swastha, J.T. 2010. *Kemampuan Arang Aktif Dari Kulit Singkong dan dari tongkol Jagung dalam Penurunan Kadar COD dan BOD Limbah Pabrik Tahu*. Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang