

Efektivitas *Biochar* Lumpur Limbah IPAL untuk Adsorpsi Pencemar pada Air Limbah Domestik

Anggrika Riyanti^{(1)*}, Hadrah⁽¹⁾, Tri Juli Muliza⁽¹⁾
*email: anggrika.riyanti@unbari.ac.id

⁽¹⁾Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari Jambi

Abstrak

Lumpur limbah dihasilkan dari kolam anaerobic pada IPAL PKS dimana unsur hara yang terkandung didalamnya cukup tinggi sehingga bisa dimanfaatkan salah satunya dengan pembuatan biochar sebagai adsorben. *Biochar* sebagai adsorben dalam pengolahan air limbah dapat menyerap polutan seperti kontaminan yang muncul, pewarna, logam berat dan bahan kimia industri lainnya. Pada penelitian ini penulis ingin mengetahui efektivitas penggunaan biochar lumpur IPAL PKS dalam menurunkan konsentrasi BOD dan COD limbah domestik dengan metode *batch* dan mengetahui pengaruh variasi massa *biochar* dan waktu pengadukan terhadap persentase penyisihan COD dan BOD limbah domestik. Hasil dari penelitian ini adsorben biochar lumpur limbah IPAL mampu menyisihkan BOD5 limbah domestik tertinggi sebesar 84,65 % menggunakan massa adsorben 0,5 gr pada waktu pengadukan 90 menit. Kapasitas adsorpsi biochar lumpur limbah tertinggi berdasarkan variasi yang dilakukan adalah 1,547 mol/m². Sedangkan untuk menyisihkan COD menggunakan massa 0,5 gr pada waktu pengadukan 90 menit dengan efisiensi penyisihan 81,53 % dengan kapasitas adsorpsi 4,633 mol/m².

Kata-kunci: adsorpsi, *biochar*, lumpur limbah, limbah domestik, metode batch

Abstract

Sewage sludge (SS) is usually produced from anaerobic ponds in the PKS WWTP where the nutrients are high enough to be used, one of which is by making biochar as an adsorbent. As an adsorbent in wastewater treatment, biochar can absorb pollutants such as emerging contaminants, dyes, heavy metals and other industrial chemicals derived from synthetic wastewater. The application of biochar can eliminate organic matter pollutants in domestic waste. In this study, the author wants to know the effectiveness of using biochar sludge from PKS WWTP in reducing the concentration of BOD and COD of domestic waste by batch method and knowing the effect of biochar mass variation and stirring time on the percentage of COD and BOD removal of domestic waste. The results of this study WWTP sludge biochar adsorbent was able to set aside the highest domestic waste BOD5 of 84.65% by using an adsorbent mass of 0.5 gr with a stirring time of 90 minutes with a removal efficiency of 81.53% with an adsorption capacity of 4.633 mol/m².

Keywords: *sludge, biochar, adsorption, domestic waste*

Pendahuluan

Lumpur IPAL PKS adalah produk samping pengolahan limbah di Waste Water Treatment Plant (WWTP) yang diperoleh dari tangki sedimentasi, oksidasi dan aerasi (Regkouzas, 2019). Lumpur IPAL merupakan limbah yang sulit untuk dikelola, tidak hanya karena jumlah yang dihasilkan tinggi tetapi juga karena mengandung konsentrasi logam berat dan patogen yang tinggi (Evita Agrafioti, 2013)

Lumpur limbah atau Sewage Sludge (SS) biasanya dihasilkan dari anaerobic pond 2 pada IPAL PKS dimana unsur hara yang terkandung didalamnya seperti Total N 1,13%, Total P₂O₅ 0,16%, Total K₂O 0,37%, Total MgO 0,14% dan Total CaO 0,50% (PT. ADS, 2020). Kandungan bahan organik pada lumpur limbah yang cukup tinggi memerlukan pengolahan terhadap limbah

lumpur IPAL PKS, salah satunya dengan pemanfaatan sebagai biochar.

Biochar merupakan produk berpori karbon yang berasal dari biomassa dengan kelimpahan dan sifat kimia dari komponen karbon, dimana pembuatan biochar tergantung pada bahan sumbernya. Berbagai bahan baku telah digunakan untuk memproduksi biochar termasuk residu pertanian, limbah kayu, limbah ternak dan lumpur limbah (Saxena, 2017). Pembuatan biochar dapat dilakukan dengan proses aktivasi/gasifikasi, pirolisis, karbonisasi, dan lain sebagainya.

Karbonisasi merupakan salah satu prosedur pembuatan biochar. Menurut (Ridhuan, 2016), karbonisasi merupakan proses pembuatan arang berkarbon melalui proses konversi zat. Karbonisasi dapat dilakukan dengan menggunakan alat, dimana cara kerja alat tersebut

dengan proses pembakaran menggunakan oksigen. Proses karbonisasi dapat dilakukan menggunakan alat furnace pada kondisi operasi tertentu. Kondisi operasi ditentukan berdasarkan keteruraian parameter yang akan diuji pada suhu tertentu. Seperti selulosa terurai pada suhu 240°C-350°C dan lignin pada suhu 280°C-500°C, maka kondisi operasi dalam proses karbonisasi yaitu 500°C. Salah satu pemanfaatan biochar adalah sebagai adsorben. (Destryoni, 2010).

Pada penelitian ini akan menganalisis kemampuan biochar limbah lumpur PKS untuk menyisihkan pencemar pada air limbah domestik

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen untuk mengetahui efektifitas penggunaan *biochar* dari limbah lumpur pabrik kelapa sawit pada proses adsorpsi menggunakan metode *batch*. Pengujian skala laboratorium dengan metode pengadukan dilakukan menggunakan adsorben *biochar* dari limbah lumpur pabrik kelapa sawit untuk menurunkan parameter BOD & COD air limbah domestik setelah proses adsorben dilakukan pengamatan terhadap penyisihan BOD dan COD air limbah domestik. Selain itu dilakukan perhitungan kapasitas adsorpsi adsorben limbah lumpur.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, dokumentasi, pengujian kadar air dan kadar lumpur limbah.

Tempat pengambilan sampel air limbah domestik pasar kelurahan mayang mangurai, kota jambi. Pembuatan *biochar* limbah lumpur PKS dilakukan dengan metode karbonisasi pada suhu 300° C selama 2 jam di laboratorium fakultas teknik universitas Batanghari.

Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan sampel air berupa air limbah domestik. Pengolahan dilakukan menggunakan *biochar* dari limbah lumpur menggunakan flocculator jarrest dengan kecepatan 150 rpm, dengan variasi waktu kontak yaitu 60 menit; 90 menit; dan 120 menit untuk masing-masing massa adsorben (0,5 gr; 1 gr; dan 1,5 gr).

Eksperimen dilakukan dengan menimbang masing-masing adsorben menggunakan neraca analitik dengan variasi massa adsorben dibagi menjadi tiga yaitu 0,5 gr; 1 gr; dan 1,5 gr. Untuk kemudian dimasukkan air limbah domestik sebanyak 600 ml kedalam beaker berukuran 1000 ml. Selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan flocculator jarrest dengan kecepatan 150 rpm, dengan variasi waktu kontak yaitu 60 menit; 90

menit; dan 120 menit untuk masing-masing massa adsorben (0,5 gr; 1 gr; dan 1,5 gr) dan tahap akhir melakukan penyaringan dengan kertas saring Whatman 42.

Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dapat menampilkan data-data berupa tabel maupun gambar. Hasil harus didukung oleh referensi terkait ataupun dapat membandingkan dengan penelitian sebelumnya.

Karakteristik *biochar* lumpur IPAL dilakukan untuk mengetahui kualitas adsorben sebelum dilakukan proses adsorpsi parameter BOD₅ dan COD pada air limbah domestik *biochar* limbah lumpur. Karakteristik adsorben limbah lumpur mencakup uji kadar air, kadar abu dan kadar volatile berdasarkan SNI-06- 3730-1995 Tabel 1 dibawah ini, yang menunjukkan bahwa kadar air *biochar* lumpur IPAL yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 0,69 % dimana semakin rendah nilai kadar air arang aktif maka semakin baik karena akan mempengaruhi daya serap yang dihasilkan oleh arang aktif tersebut (Pari, 1996 dalam Rahman, 2020).

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik Adsorben Limbah Lumpur

Parameter	Hasil Uji	Kadar Maksimum SNI-06-3730-1995
Kadar Air (%)	0,69 %	Maks 15%
Kadar Abu (%)	0,42 %	Maks 10%
Kadar Volatil (%)	1,62 %	Maks 25%

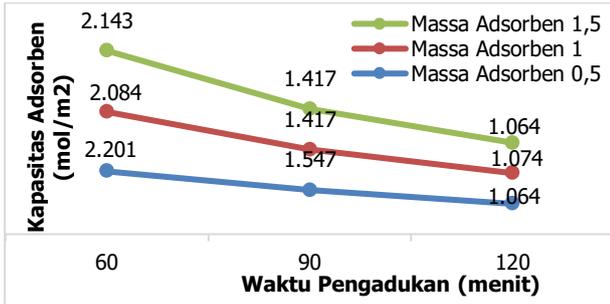
Sumber: Data Primer (2023)

Pengujian kadar abu *biochar* lumpur IPAL diperoleh sebesar 0,42 % dimana kadar abu pada biochar mempengaruhi mutu biochar karena jumlah abu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pada pori-pori biochar sehingga luas permukaannya akan berkurang (Puspita, 2021).

Kadar volatil *biochar* lumpur IPAL berdasarkan hasil pengujian adalah sebesar 1,62 % dilakukan pengujian kadar volatil bertujuan untuk mengetahui jumlah zat atau senyawa yang mudah menguap pada proses karbonisasi dan aktivasi. Hasil Pengujian diatas telah memenuhi standar baku mutu berdasarkan SNI 06-3730-1995 mengenai syarat mutu arang aktif teknis.

Kapasitas Adsorpsi Pada Waktu (BOD₅)

Perhitungan kapasitas adsorpsi bertujuan untuk mengetahui jumlah adsorbat yang mampu diserap oleh setiap sejumlah adsorben limbah lumpur IPAL.



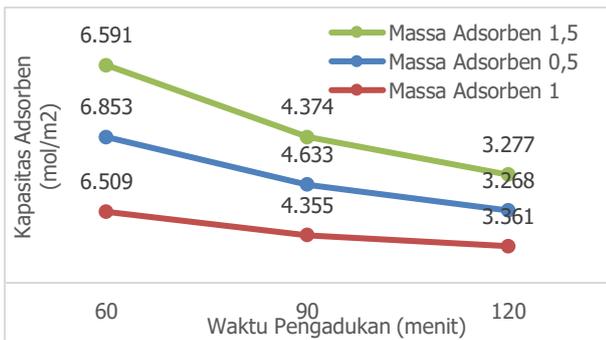
Gambar 1. Kapasitas Adsorpsi Pada Waktu (BOD₅)

Berdasarkan Gambar 1, dapat diketahui hubungan antara variasi waktu pengadukan dan massa adsorben terhadap kapasitas adsorpsi.

Pada waktu 60 menit dengan massa adsorben 0,5 gr memiliki kapasitas pada proses adsorpsi sebesar 2,201 mol/m². Kapasitas adsorpsi adsorben limbah lumpur di waktu 90 menit mengalami penurunan menjadi 1,547 mol/m² dan pada waktu 120 menit mengalami penurunan menjadi 1,064 mol/m².

Bertambahnya waktu pengadukan, Menurut Nugraheni (2016) mengakibatkan desorpsi, yaitu lepasnya ion yang sudah terikat pada gugus aktif adsorben. Kapasitas penyerapan adsorben menurun disebabkan karena kondisi jenuh yang telah dicapai sebelumnya dimana hampir seluruh permukaan adsorben telah tertutup oleh partikel adsorbat yang ada (Afrianita, 2013). Waktu pengadukan yang semakin lama menyebabkan terjadi penurunan kapasitas adsorpsi pada ketiga variasi massa adsorben.

Kapasitas Adsorpsi Pada Waktu (COD)

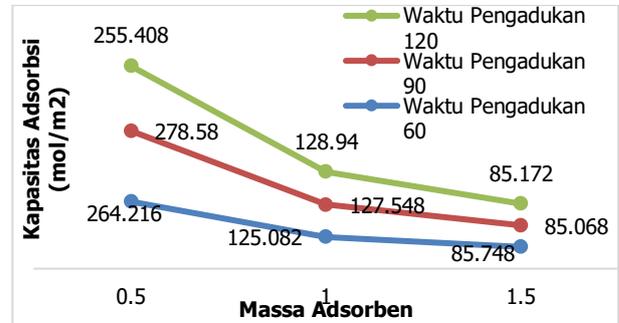


Gambar 2. Kapasitas Adsorpsi Pada Waktu (COD)

Berdasarkan Gambar 2 merupakan hubungan antara variasi waktu pengadukan terhadap kapasitas adsorpsi. Pada waktu pengadukan 60 menit dengan massa 0,5 gr memiliki kapasitas pada proses adsorpsi sebesar 6,853 mol/m², sedangkan pada kapasitas adsorpsi adsorben limbah lumpur di waktu pengadukan 90 menit mengalami penurunan kapasitas adsorpsi sebesar 4,633 mol/m² dan pada waktu pengadukan 120 menit mengalami penurunan dengan kapasitas adsorpsi sebesar 3,268 mol/m².

Menurunnya kapasitas adsorpsi disebabkan karena adsorben tidak di aktivasi, aktivasi bertujuan untuk melarutkan mineral-mineral yang ada pada sampel seperti kalsium dan fosfor.

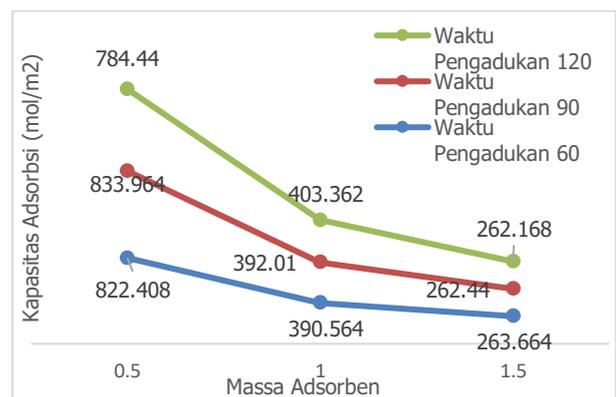
Kapasitas Adsorpsi Pada Massa (BOD₅)



Gambar 3. Kapasitas Adsorpsi Pada Massa (BOD₅)

Pada Gambar 3, dijelaskan bahwa hubungan antara variasi massa adsorben terhadap kapasitas adsorpsi yang tertinggi pada massa 0,5 gr sebesar 278,58 mol/m², pada massa adsorben 1 gr memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 127,548 mol/m² dan pada massa 1,5 gr memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 85,068 mol/m². Menurunnya kapasitas adsorpsi disebabkan karena proses yang spesifik, semakin rendah jumlah adsorben yang digunakan maka semakin besar kemampuan penyisihannya (Ahalya, et al, 2005). Hal ini menyebabkan berkurangnya luas permukaan aktif dari adsorben sehingga proses penyerapan tidak efektif yang mengakibatkan berkurangnya kapasitas penyerapan (Afrianita, 2013).

Kapasitas Adsorpsi Pada Massa (COD)



Gambar 4. Kapasitas Adsorpsi Pada Massa (COD)

Pada Gambar 4 dijelaskan bahwa hubungan antara variasi massa adsorben terhadap kapasitas adsorpsi pada massa 0,5 gr dengan waktu pengadukan 90 menit sebesar 833,964 mg/g, pada massa adsorben 1 gr mengalami penurunan memiliki kapasitas adsorpsi

sebesar 392,01 mg/g, pada massa 1,5 gr memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 262,44 mg/g.

Menurunnya kapasitas adsorpsi disebabkan karena proses yang spesifik, semakin rendah jumlah adsorben yang digunakan maka semakin besar kemampuan penyisihannya (Ahalya, et al, 2005).

Kesimpulan

Adsorben *biochar* lumpur IPAL mampu menyisihkan BOD₅ limbah domestik tertinggi sebesar 84,65 % dengan menggunakan massa adsorben 0,5 gr dengan waktu pengadukan 90 menit. Kapasitas adsorpsi BOD menggunakan *biochar* lumpur tertinggi berdasarkan variasi yang dilakukan adalah 1,547 mol/m². Sedangkan untuk menyisihkan COD dengan menggunakan massa 0,5 gr dengan waktu pengadukan 90 menit dengan efisiensi penyisihan 81,53 % dengan kapasitas adsorpsi 4,633 mol/m².

Pengaruh variasi waktu dan massa adsorben dapat meningkatkan maupun menurunkan efisiensi penyisihan BOD dan COD limbah domestik menggunakan *biochar* limbah lumpur IPAL. Untuk variasi waktu yang efektif yaitu pada 90 menit dengan massa 0,5 gr. Peningkatan dan penurunan disebabkan bertambahnya jumlah adsorben lumpur limbah sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan adsorben lumpur limbah sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat molekul pada adsorben juga bertambah dan efisiensi penyisihan pun meningkat.

Daftar Pustaka

- Hadrah, Riska R.(2021). *Pemanfaatan Limbah Tatal Industri Crum Rubber Menjadi Biochar Untuk Media Penjernihan Air Gambut*. Tugas Sarjana. Jurusan Teknik Lingkungan. Universitas Batanghari.
- A. N. Sitasari, and A. Khoironi, (2021). *Evaluasi Efektivitas Metode dan Media Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Tahu*. Jurnal Ilmu Lingkungan. Program Studi Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan,
- Ashita Gopinath, dkk (2021). *Conversion Of Sewage Sludge Into Biochar: A Potential Resource In Water And Wastewater Treatment*. Jurnal Penelitian Lingkungan. Vol (194), 110-656.

- Bayu Andika, Puji Wahyuningsih dan Rahmatul Fajri (2020). *Penentuan Nilai BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemar Air dan Baku Mutu Air Limbah di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan*. Jurnal Kimia Sains dan Terapan. Program Studi Kimia Fakultas Teknik Universitas Samudra. Email: bayuandika.seruway@gmail.com
- D. A. Sonni Senna, M. Munir, dan P. Poniman (2020). *Pengaruh Pemberian Biochar Terhadap Tanah Dan Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah Pada Lahan Tercemar Residu Pesticida*. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. Universitas Brawijaya. Vol. 8 No. 1
- Dr.Ir.Susila Herlambang, Ir.AZ.Purwono, Astrid Wahyu. A.W (2020). *Buku Panduan Biochar*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- Kasman .M, Hadrah, Firmanda .F. (2022) *Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) di Sungai Tembuku Kota Jambi Menggunakan Model QUAL2KW*. Skripsi Fakultas Teknik Lingkungan. Universitas Batanghari. Vol 5, No 1.
- Miftahul Zannah (2020). *Isoterm Adsorpsi Metilen Biru Oleh Biochar Dari Kulit Singkong (Manihot Esculenta Crantz) Yang Dimodifikasi Menggunakan Magnet (Fe₃O₄)*. Skripsi. Program Studi Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam .Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- N. Slvya, M. Meriatna, F. Hasfita, and L. Hakim (2017). *Optimasi Adsorpsi Ion Mg²⁺ Pada Fixed Bed Column Menggunakan Response Surface Methodology*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Indonesia. Reaktor 17(3), 126-131
- Rakhman Sarwono, Silverster Tursiloadi, Cornelia Sembiring.K. (2016). *Karbonisasi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) secara Hidroterma Proses untuk Menghasilkan Biochar*. Skripsi Penelitian Pusat Kimia. Sekolah Pascasarjana Ilmu Energi.Tesis Universitas Kyoto Jepang. 18(02), 116-123.
- Reri Afrianita, Yommi Dewilda, dan Rfiola Fitri (2013). *Efisiensi dan Kapasitas Penyerapan Fly Ash Sebagai Adsorben Dalam Penyisihan Logam Timbal (Pb) Limbah Cair Industri Percetakan di Kota Padang*. Skripsi. Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas.
- Singh, S. (2020). *Sustainable paradigm of waste sludge biochar: Valorization, opportunities, challenges, and future prospects*. Department of Biotechnology, Lovely Professional University, Phagwara. India. 269.