

Utilization of Fly Ash and Zeolite to Reduce Chemical Oxygen Demand (COD) in Domestic Waste at the Al Ihya Ulumaddin Islamic Boarding School Cilacap

Arnesya Ramadhani^{1*}, Sonya Hakim Raharjo², dan Retno Dwi Nyamiati³

¹Chemical Engineering Study Program, Nahdlatul Ulama University Al Ghozali Cilacap

²Diploma 3 Oil and Gas Processing Engineering Study Program, Cilacap Oil and Gas College of Technology

³Department of Chemical Engineering, Faculty of Industrial Engineering, Yogyakarta "Veteran" National Development University

Corresponding Author: Arnesya Ramadhani arnesyaramadhani6@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords: Domestic waste, Chemical Oxygen Demand, Fly Ash, Zeolite, Filtration

Received : 20, January

Revised : 19, February

Accepted: 07, March

©2023 Ramadhani, Raharjo,

Nyamiati: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRACT

Domestic waste is the result of waste from various human activities. An alternative to reduce domestic waste is waste filtration. The purpose of this study was to find the best time for the filtration process using fly ash and zeolite to reduce COD levels in the domestic waste of the Al-Ihya Islamic Boarding School. The filter media is composed of 5 layers, namely gravel, palm fiber, zeolite, sand and fly ash. This research stage is to find the best filtration time from variations of 0, 90, 150 and 210 minutes. The resulting filtrate was tested for color and COD levels. The results show the best filtration time is 90 minutes. The color of the waste was originally cloudy black after being filtered for 90 minutes, the color changed to clear yellow. The original COD level was 1,932 mg/L after going through a filtration process for 90 minutes, decreasing to 310 mg/L.

Pemanfaatan *Fly Ash* dan Zeolit untuk Menurunkan Chemical Oxygen Demand (COD) Dalam Limbah Domestik Di Pondok Pesantren Al Ihya Ulumaddin Cilacap

Arnesya Ramadhani^{1*}, Sonya Hakim Raharjo², dan Retno Dwi Nyamiati³

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghozali Cilacap, 53274, Indonesia

²Program Studi D3 Teknik Pengolahan Migas, Sekolah Tinggi Teknologi Minyak dan Gas Cilacap, 53232 Indonesia

³Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, 55283, Indonesia

Corresponding Author: arnesyaramadhani6@gmail.com

ARTICLE INFO

Kata Kunci: Limbah domestik; Chemical Oxygen Demand, Fly Ash, Zeolit, Filtrasi

Received : 20, Januari

Revised : 19, Februari

Accepted: 07, Maret

©2023 Ramadhani, Raharjo, Nyamiati: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRAK

Limbah domestik adalah hasil buangan dari berbagai kegiatan manusia. Alternatif untuk mengurangi limbah domestik yaitu dengan filtrasi limbah. Tujuan penelitian ini yaitu mencari waktu terbaik pada proses filtrasi menggunakan *fly ash* dan zeolit terhadap penurunan kadar COD dalam limbah domestik Pondok Pesantren Al-Ihya. Media filter tersusun 5 lapisan yaitu kerikil, ijuk, zeolit, pasir dan *fly ash*. Tahap penelitian ini yaitu mencari waktu filtrasi terbaik dari variasi waktu 0, 90, 150 dan 210 menit. Filtrat yang dihasilkan diuji warna dan kadar COD. Hasil menunjukkan waktu filtrasi terbaik adalah 90 menit. Warna limbah semula hitam keruh setelah difiltrasi 90 menit warna berubah menjadi kuning bening. Kadar COD semula sebesar 1.932 mg/L setelah melalui proses filtrasi selama 90 menit menurun menjadi 310 mg/L.

PENDAHULUAN

Seluruh kegiatan yang berkaitan dengan permukiman, sektor perdagangan seperti rumah makan, perkantoran, apartemen hingga perumahan menghasilkan limbah yang disebut air limbah domestik (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, 2016; Mubin et al., 2016). Sumber air limbah domestik berasal dari aktivitas rumah tangga yang dari buangan kamar mandi, WC, tempat cuci atau tempat memasak (Artiyani & Firmansyah, 2016). Bila tidak ditangani dengan tepat, air limbah domestik dapat menyebabkan berbagai masalah tidak hanya bagi manusia namun juga lingkungan sekitarnya.

Pengelolaan limbah cair pada prinsipnya dapat menggunakan dua metode yakni dengan metode fisika maupun kimia. Pengelolaan limbah cair secara fisika yakni berupa pengolahan mekanis tanpa melibatkan penambahan zat kimia atau penguraian secara biologi. Sedangkan, pengolahan limbah cair secara kimia merupakan pengolahan yang melibatkan zat kimia. Filtrasi merupakan metode pengelolaan limbah padat-cair dengan suatu alat penyaring (filter). Efisiensi pemisahan campuran padat-cair dengan filtrasi cukup tinggi.

Kesugihan merupakan salah satu Kecamatan yang terletak di Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Kesugihan merupakan salah satu pusat dari berkembangnya ilmu agama, terbukti dengan adanya Pondok Pesantren Al Ihya Ulumaddin yang merupakan Pondok Pesantren tertua di Jawa Tengah. Pondok Pesantren tersebut belum memiliki tempat penampungan pengolahan limbah domestik, sehingga limbah domestik yang dihasilkan oleh Pondok Pesantren Al Ihya Ulumaddin, Cilacap langsung dibuang ke Sungai Serayu. Pembuangan limbah domestik yang dilakukan secara terus-menerus mengakibatkan sungai tersebut tercemar. Pencegahan pencemaran lingkungan akibat dari limbah domestik yang dihasilkan dari aktivitas masyarakat yaitu dengan menggunakan media filter. Media filter merupakan parameter desain untuk sistem filtrasi dan infiltrasi, berbagai macam media filter yaitu pasir, kerikil, tanah, gambut, zeolit, dan karbon aktif (Febrina & Ayuna, 2014; Sulianto et al., 2019). Media filter seperti zeolit dan karbon aktif digunakan sebagai penyerap polutan dalam limbah sedangkan pasir, kerikil, tanah, gambut digunakan untuk menahan partikel-partikel halus yang terbawa oleh limbah.

Alternatif dari karbon aktif adalah *fly ash* batubara yang berperan sebagai adsorben. *Fly ash* merupakan sisa mineral berbentuk serpihan halus yang dihasilkan dari pembakaran batu bara dari pembangkit listrik. *Fly ash* batubara dapat berperan sebagai adsorben karena dapat menurunkan kadar besi, *Total Suspended Solid (TSS)* dan *Chemical Oxygen Demand (COD)* pada limbah. Penelitian dari (Cahyono & R. Tuhi, 2012), menunjukkan bahwa *fly ash* dapat menurunkan kadar COD dimana kadar COD awal sebesar 540 mg/l menurun menjadi 48 mg/l, nilai ini sudah memenuhi syarat baku mutu. Pada penelitian (Syaefudin et al., 2020), menunjukkan bahwa *fly ash* dapat menurunkan kadar logam Fe, logam Mn dan TSS pada limbah. Selain *fly ash*, zeolit yang memiliki kandungan Si dan Al dengan perbandingan 1:1 merupakan alternatif lain dari karbon aktif. Oleh karena itu, zeolit dapat digunakan sebagai penukar ion dan

sebagai penyaring melalui adsorpsi selektif atau dapat dimanfaatkan sebagai adsorben (Solikah & Utami, 2014).

Berdasarkan dari latar belakang diatas menunjukkan bahwa *fly ash* dan zeolit memiliki potensi dalam menurunkan kadar COD dan merubah warna dalam limbah sehingga, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu filtrasi yang optimum dalam menurunkan kadar warna dan COD pada limbah domestik Pondok Pesantren Al-Ihya Ulumaddin Cilacap dengan memanfaatkan *fly ash* dan zeolit sebagai media adsorbennya. Media filter yang digunakan pada penelitian ini tersusun dari 5 lapisan yaitu kerikil, ijuk, zeolit, pasir dan *fly ash* batubara. Tahapan kerja pada penelitian ini yaitu mencari waktu filtrasi terbaik dari variasi waktu 0, 90, 150 dan 210 menit. Filtrat yang dihasilkan diuji warna dan kadar COD.

TINJAUAN PUSTAKA

Limbah Domestik

Salah satu penyumbang utama terhadap pencemaran lingkungan adalah limbah domestik. Limbah cair domestik ini dihasilkan dari aktivitas rumah tangga, perdangan, maupun dari sektor perdagangan. Umumnya limbah cair domestik yang menyebabkan pencemaran lingkungan berasal dari aktivitas rumah tangga: air detergen, sisa cucian, air sabun, dan air limbah kamar mandi. Umumnya air limbah domestik ini banyak mengandung bahan pencemar seperti BOD, COD, TSS, minyak dan lemak yang kadarnya masih di atas ambang batas baku mutu air limbah domestik (Kholif, 2018).

Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu interaksi antara molekul-molekul gas atau cairan dengan permukaan molekul padatan. Adsorpsi adalah proses gaya tarik menarik antara zat terlarut (adsorbat) ke permukaan padat (adsorben). Bahan padat yang digunakan sebagai media adsorpsi terdiri dari media berpori dengan luas permukaan internal yang tinggi (Artiyani & Firmansyah, 2016).

Fly Ash

Fly ash merupakan sisa mineral berbentuk serpihan halus yang dihasilkan dari pembakaran batu bara dari pembangkit listrik. *Fly ash* mengandung bahan inorganik di dalam batubara yang telah mengalami fusi selama pembakarannya. Pembuangan *fly ash* dan *bottom ash* meliputi pembuangan di tempat pembuangan akhir, digunakan sebagai bahan baku semen dan perlakuan termal. Peneliti banyak melakukan penelitian mengenai limbah *fly ash* dan menyatakan bahwa limbah *fly ash* dapat berpotensi sebagai adsorben, sehingga dapat menjadi alternatif dalam pengolahan limbah cair karena dapat mengadsorb logam berat (Park, 2020). Menurut *Environmental Protection Agency* (EPA), *fly ash* dikategorikan sebagai limbah tidak berbahaya dan tidak menyebabkan pencemaran air.

Zeolit

Zeolit merupakan senyawa alumina-silikat terhidrasi yang terdiri dari ikatan tetrahidra SiO_4 dan AlO_4 yang dihubungkan atom oksigen untuk membentuk rangka (Kurniasari et al., 2011). Kemampuan adsorpsi/penyerapan zeolit dipengaruhi oleh perbandingan Si/Al dan geometri pori-pori zeolit, termasuk luas permukaan dalam, distribusi ukuran pori, dan bentuk pori (Gruszkiewicz et al., 2005).

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan bahan antara lain yaitu *fly ash* batubara yang diperoleh dari PLTU Karangandri Cilacap, zeolit, ijuk, pasir, kerikil dan limbah domestik dari Pondok Pesantren Al-Ihya Ulumaddin. **Tabel 1.** Dibawah ini, menunjukkan karakteristik limbah domestik Pondok Pesantren Al-Ihya Ulumaddin.

Tabel 1. Karakteristik Limbah Domestik Pondok Pesantren Al-Ihya Ulumaddin Kecamatan Kesugihan, Kabupaten Cilacap.

Parameter	Satuan	Keterangan
Warna	-	Hitam Keruh
pH	-	7
COD	mg/L	1.932

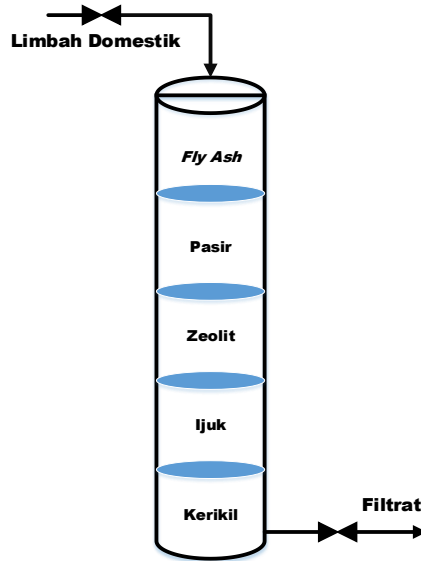
Adapun alat yang dibutuhkan pada penelitian ini antara lain yaitu oven, serangkaian alat filtrasi, gelas beker, gelas ukur, ayakan 150 mesh dan spatula.

Tahap Persiapan Sampel

Persiapan sampel filtrasi limbah domestik Pondok Pesantren Al-Ihya Ulumaddin yang pertama yaitu mencuci seluruh media filtrasi seperti *fly ash*, zeolit, ijuk, pasir, kerikil hingga bersih lalu masing-masing media tersebut di oven hingga kering. *Fly ash* yang sudah kering diayak menggunakan ayakan ukuran 150 mesh, agar ukuran *fly ash* seragam.

Tahap Filtrasi

Tahap filtrasi limbah domestik Pondok Pesantren Al-Ihya Ulumaddin yang pertama adalah memasukkan media filter yang sudah disiapkan kedalam alat filtrasi terdiri dari 5 lapisan dimulai lapisan paling bawah sampai lapisan paling atas yaitu kerikil, ijuk, zeolit, pasir dan *fly ash* batubara. Bahan-bahan tersebut ditambahkan hingga ketinggian masing-masing bahan 10 cm yang ditunjukkan pada **Gambar 1.** Tahap ke dua yaitu menyiapkan limbah domestik sebanyak 2000 ml, kemudian dimasukkan kedalam alat filtrasi dengan variasi waktu filtrasi 0, 90, 150 dan 210 menit. Hasil filtrasi limbah diuji kadar warna dan COD di Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Cilacap. Hasil tersebut dianalisis dan dihasilkan waktu filtrasi terbaik.



Gambar 1. Rangkaian Alat Filtrasi

Tahap Analisa

- Uji Organoleptik Warna

Uji warna dilakukan menggunakan indra penglihatan manusia. Dilakukan perbandingan warna yang dihasilkan pada sampel sebelum dan sesudah filtrasi

- Uji Kndungan *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Metode pengujian COD mengacu pada SNI 06-6989.2-2004 tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi Dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri. Uji COD dilakukan di Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Cilacap.

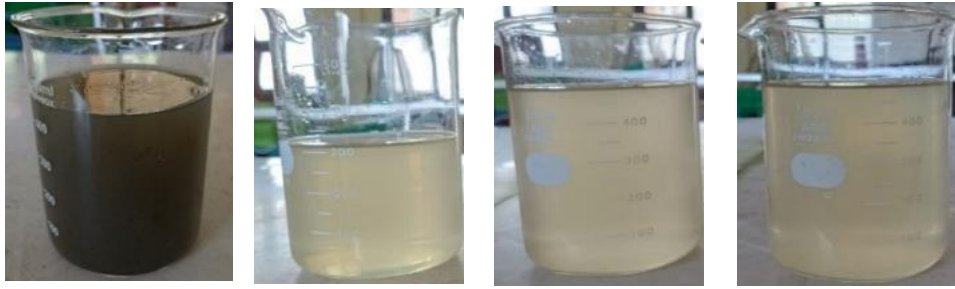
HASIL PENELITIAN

Deskripsi Obyek Penelitian

Obyek pada penelitian ini adalah limbah domestik Pondok Pesantren Al-Ihya Ulumaddin. Jumlah orang yang tinggal di Pondok Pesantren tersebut sebanyak 1.200 orang. Limbah domestik pada Pondok Pesantren tersebut tidak diolah di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) namun dibuang langsung ke Sungai Serayu Cilacap. Karakteristik limbah domestik Pondok Pesantren Al-Ihya Ulumaddin ditunjukkan pada **Tabel 1**. Limbah domestic di Pondok Pesantren memiliki warna yang hitam keruh. Hasil uji kadar CODnya cukup tinggi yaitu sebesar 1.932 mg/L.

Hasil Uji Warna

Limbah domestik di Pondok Pesantren Al-Ihya Ulumaddin berwarna hitam keruh yang ditunjukkan pada **Gambar 2**. Limbah domestik tersebut difiltrasi berdasarkan variasi waktu yaitu 0, 90, 150 dan 210 menit.



Filtrasi 0 menit
(sampel awal)

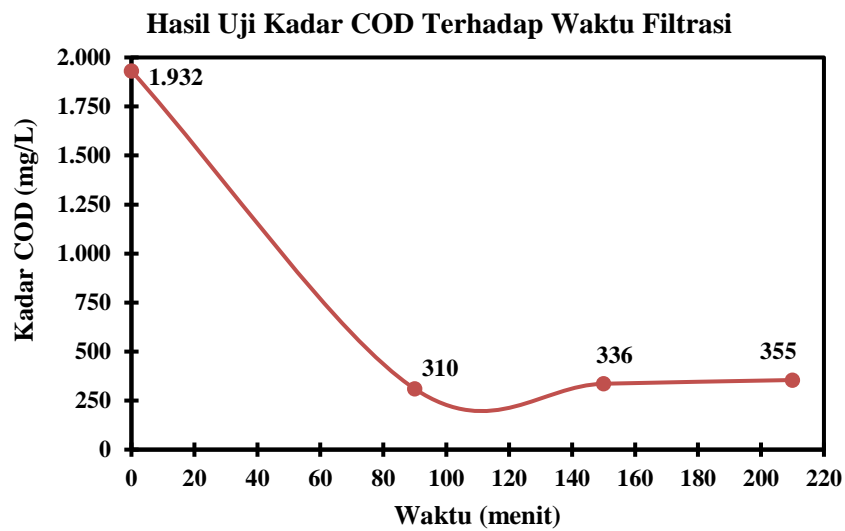
Filtrasi 90
menit

Filtrasi 150
menit

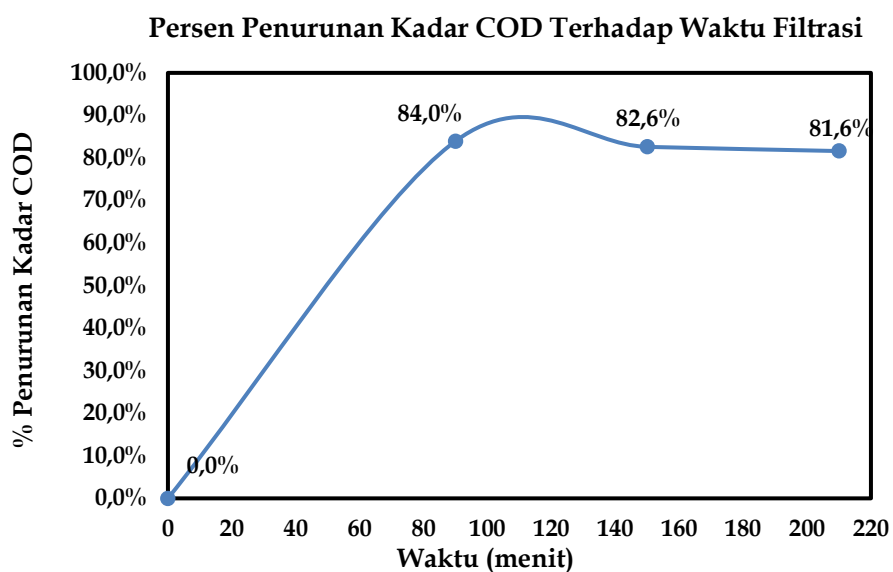
Filtrasi 210
menit

Gambar 2. Perubahan warna pada limbah domestik terhadap waktu filtrasi 0, 90, 150 dan 210 menit

Hasil Uji Kadar COD



Gambar 3. Grafik hasil uji kadar COD terhadap waktu filtrasi



Gambar 4. Grafik persen penurunan kadar COD terhadap waktu filtrasi

Analisa Hasil Terbaik

Table 2. Hasil seluruh sampel terhadap parameter uji dan waktu filtrasi.

No	Parameter	Satuan	Hasil			
			0	90	150	210
1	Warna	-	Hitam keruh	Kuning bening	Kuning bening	Kuning bening
2	COD	mg/L	1932	310	336	355

PEMBAHASAN

Hasil Uji Warna

Pekatnya warna pada limbah domestik disebabkan karena tingginya partikel tersuspensi berupa serat-serat yang bersifat koloidal stabil yang sulit dipisahkan (Syafri et al., 2016). Setelah melalui proses filtrasi, warna limbah domestik berubah menjadi bening yang ditunjukkan pada **Gambar 2**. Hal tersebut menunjukkan bahwa *fly ash* dan zeolite dapat menyerap warna pada limbah domestik.

Hasil Uji Kadar COD

Kadar COD yang terkandung dalam limbah domestik Pondok Pesantren Al-Ihya Ulumaddin sebesar 1932 mg/L. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa kadar COD dalam limbah domestik cukup besar, sehingga perlu dilakukan proses filtrasi pada limbah domestik tersebut. Proses filtrasi dilakukan menggunakan rangkaian alat filtrasi yang ditampilkan pada **Gambar 1**. Setelah melalui serangkaian proses filtrasi, kadar COD pada limbah domestik Pondok Pesantren Al-Ihya menurun. Hasil uji kadar COD terhadap waktu filtrasi ditunjukkan pada **Gambar 3**. Pada waktu filtrasi ke 90 menit menghasilkan kadar COD terkecil sebesar 310 mg/L, lalu diikuti oleh waktu filtrasi ke 150 menit dimana kadar COD yang dihasilkan sebesar 336 mg/L dan pada waktu filtrasi ke 210 menit menghasilkan kadar COD sebesar 355 mg/L. Persen penurunan kadar COD terhadap waktu filtrasi ditunjukkan pada **Gambar 4**. Persen penurunan kadar COD tertinggi yaitu pada waktu filtrasi 90 menit sebesar 84%, lalu diikuti oleh waktu filtrasi ke 150 menit dimana persen penurunan kadar COD sebesar 82,6% dan pada waktu filtrasi ke 210 menit menghasilkan persen penurunan kadar COD sebesar 81,6%.

Berdasarkan hasil diatas menunjukkan bahwa media filtrasi *fly ash* dan zeolite dapat menyerap COD dalam limbah domestik Pondok Pesantren Al-Ihya Ulumaddin. Penurunan kadar COD pada limbah domestik disebabkan oleh padatnya luas permukaan penyerapan pada unit pemisahan dengan *fly ash* dan zeolite, sehingga jumlah permukaan yang teradsorpsi menjadi optimal. Dengan berat adsorben *fly ash* sebesar X gram dan zeolite X gram merupakan kondisi optimum adsorben untuk dapat menyerap adsorbat (Rahmawati et al., 2013).

Analisa Hasil Terbaik

Hasil parameter uji warna dan COD limbah domestik Pondok Pesantren Al-Ihya Ulumaddin terhadap waktu filtrasi ditampilkan pada Table 2. Hasil analisa dari table diatas menunjukkan waktu yang paling optimum yaitu pada waktu filtrasi 90 menit. Pada waktu filtrasi 90 menit menghasilkan warna limbah yang semula hitam keruh menjadi kuning bening dan menghasilkan kadar COD yang terkecil sebesar 310 mg/L. Persen penurunan kadar COD pada waktu filtrasi 90 menit cukup signifikan, dimana persen penurunan kadar COD sebesar 84%.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Pada penelitian ini, pengolahan limbah domestik Pondok Pesantren Al Ihya Ulumaddin menggunakan menggunakan proses filtrasi menggunakan media filtrasi *fly ash* dan zeolite sebagai adsorbennya. Filtrat yang dihasilkan diuji secara parameter fisika yaitu uji warna dan pengujian parameter kimia yaitu Chemical Oxygen Demand (COD). Waktu filtrasi yang paling optimum adalah 90 menit, menunjukkan perubahan warna dan kadar COD dari limbah domestik. Hasil perubahan warna limbah domestik dari hitam keruh menjadi kuning bening dan penurunan kadar COD dari 1.932 mg/L menjadi 310 mg/L.

PENELITIAN LANJUTAN

Rencana penelitian lanjutan yaitu melakukan aktivasi pada *fly ash* menggunakan bahan kimia asam dan basa lalu di uji ke efektivitasannya untuk mengelolah limbah batik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) UNUGHA Cilacap yang sudah memberikan bantuan berupa dana hibah internal, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Artiyani, A., & Firmansyah, N. H. (2016). Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow Dengan Media Pasir Zeolit Dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Deterjen Air Limbah Domestik. *Industri Inovatif*, 6(1), 8-15.
- Cahyono, A. D., & R. Tuhu, A. (2012). Adsorben Dalam Penyisihan Cod Dari Limbah Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4(1), 1-9.
- Febrina, L., & Ayuna, A. (2014). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 36-44.
- Gruszkiewicz, M. S., Simonson, J. M., Burchell, T. D., & Cole, D. R. (2005). Water adsorption and desorption on microporous solids at elevated temperature. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 81(3), 609-615.
- J. H. Park et al., "Exploration of the potential capacity of fly ash and bottom ash derived from wood pellet-based thermal power plant for heavy metal removal," *Sci. Total Environ.*, vol. 740, p. 140205, 2020.

- Kurniasari, L., Djaeni, M., & Purbasari, A. (2011). Prospek Aplikasi Produk Berbasis Zeolit untuk Slow Release Substances (SRS) dan Membran. *Artikel Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi Indonesia, ISSN, 13(3)*, 178-184.
- M. Al Kholif, "Penurunan Beban Pencemar Pada Limbah Domestik Dengan Menggunakan Moving Bed Biofilter Reaktor (Mbbr)," *Al-Ard J. Tek. Lingkungan*, vol. 4, no. 1, pp. 1-8, 2018.
- Mubin, F., Binilang, A., & dkk. (2016). Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Sipil Statistk*, 4(3), 211-223.
- Rahmawati, R., Chadijah, S., & Ilyas, A. (2013). Analisa Penurunan Kadar COD Dan BOD Limbah Cair Laboratorium Biokimia UIN Makassar Menggunakan Fly Ash (Abu Terbang) Batubara. *Al-Kimia*, 1(1), 64-75.
- Solikah, S., & Utami, B. (2014). Perbedaan Penggunaan Adsorben dari Zeolit Alam Teraktivasi dan Zeolit Terimmobilisasi Dithizon Untuk Penyerapan Ion Logam Tembaga (Cu^{2+}). *Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia VI*, January, 342-354.
- Sulianto, A. A., Kurniati, E., & Hapsari, A. A. (2019). Perancangan Unit Filtrasi untuk Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Sistem Downflow. *Jurnal Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 6(3), 31-39.
- Syaefudin, M. A., Triantoro, A., & Riswan, R. (2020). Analisis Pemanfaatan Fly Ash Dan Bottom Ash Sebagai Material Alternatif Naf Yang Digunakan Dalam Upaya Pencegahan Pembentukan Air Asam Tambang Pada Pt Jorong Barutama Greston. *Jurnal GEOSAPTA*, 6(1), 39.
- Syafri, R., Nazara, F. R., & Nasution, H. (2016). Analisa pH , TSS dan Warna Dalam Proses Pengolahan Air Limbah Pulp Dan Kertas. *PROSIDING 1th Celscitech-UMRI*, 1, 17-20.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, 1 (2016).