

Penyisihan BOD, COD, TSS, dan TDS Menggunakan Adsorben Lumpur Lapindo dan Cangkang Kerang Darah pada Limbah Tekstil Jetis Sidoarjo

Tasya Permatasari, Annur Rahman, Ruhaini, Maulana Rizki Arifuddin, Achmad Danial Firmansyah, Ardhana Rahmayanti*, Elmi Sumiyarsono, dan Khilyatul Afkar

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, Sidoarjo, Indonesia

*ardhana.rahma@gmail.com

OPEN ACCESS

Citation: Tasya Permatasari, Annur Rahman, Ruhaini, Maulana Rizki Arifuddin, Achmad Danial Firmansyah, Ardhana Rahmayanti, dan Khilyatul Afkar. 2023 Penyisihan BOD, COD, TSS, dan TDS Menggunakan Adsorben Lumpur Lapindo dan Cangkang Kerang Darah pada Limbah Tekstil Jetis Sidoarjo. *Journal of Research and Technology* Vol. 9 No. 2 Desember 2023: Page 245–251.

Abstract

Jetis Batik Village is a Sidoarjo batik center that produces typical Sidoarjo handwritten batik. The batik processing process produces textile waste which must be processed before being discharged into the environment. Many producers, both large and household scale, have one thing in common, namely producing liquid waste, containing dyes, suspended solids, Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), Total Dissolved Solids (TDS) that need to be managed before being discharged into water bodies. One way of processing that can be done is by using adsorbents. Lapindo mud and Blood Clam shells are abundant natural materials that can be used to process textile waste. Varying adsorbent mass ratios were carried out to determine the optimal adsorbent ratio for processing textile waste. Variations in mass of Blood Clamshells and Lapindo mud (1:0, 0:1, 1:1, 1:2, 2:1). The best variation in reducing COD was variation C (1 g Lapindo mud and 1 g Blood Clam shell) with a removal efficiency of 89.13%. The best variation in reducing TDS is variation E (2 g Lapindo mud and 1 g Blood Clam shell) with an efficiency of 86.07%. The TSS removal efficiency showed relatively the same results 33.33%.

Keywords: Adsorbents, Blood Clam Shells, Lapindo Mud, Textile Waste

Abstrak

Kampung Batik Jetis adalah sentra batik Sidoarjo penghasil batik tulis khas Sidoarjo. Proses pengolahan batik menghasilkan limbah tekstil yang harus diolah sebelum dibuang ke lingkungan. Banyaknya produsen baik yang besar maupun yang bersekala rumah tangga, memiliki kesamaan yaitu menghasilkan limbah cair, dengan kandungan zat warna, zat padat tersuspensi, Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), Total Dissolved Solids (TDS) yang perlu pengelolaan sebelum dibuang ke badan air. Salah satu cara

pengolahan yang bisa dilakukan adalah dengan memanfaatkan adsorben. Lumpur Lapindo dan cangkang Kerang Darah adalah bahan alam yang melimpah yang bisa dimanfaatkan untuk mengolah limbah tekstil. Dilakukan variasi perbandingan massa adsorben untuk mengetahui perbandingan adsorben yang optimal untuk mengolah limbah tekstil. Variasi massa cangkang Kerang Darah dan lumpur lapindo (1:0, 0:1, 1:1, 1:2, 2:1). Variasi terbaik dalam menurunkan COD adalah variasi C (lumpur Lapindo 1 g dan cangkang Kerang Darah 1 g) dengan efisiensi penyisihan sebesar 89,13%. Variasi terbaik dalam menurunkan TDS adalah variasi E (lumpur Lapindo 2 g dan cangkang Kerang Darah 1 g) dengan efisiensi 86,07%. Efisiensi penyisihan TSS menunjukkan hasil yang relatif sama yaitu 33,33%.

Kata Kunci: Adsorben, Cangkang Kerang Darah, Lumpur Lapindo, Limbah Tekstil.

1. Pendahuluan

Sidoarjo merupakan salah satu kota penghasil batik di Indonesia yang masih bertahan hingga saat ini, salah satunya adalah Kampung Batik Jetis yang merupakan sentra batik Sidoarjo penghasil batik tulis khas Sidoarjo (Fitriyani *et al.*, 2015). Air limbah pabrik tekstil di Indonesia rata-rata mengandung 750 mg/L padatan tersuspensi (*Total Suspended Solids*) dan 500 mg/L BOD (*Biological Oxygen Demand*), perbandingan COD (*Chemical Oxygen Demand*): BOD adalah dalam kisaran 1,5:1 sampai 3:1 (Priadie, 2017).

Lumpur panas Sidoarjo atau yang biasa disebut lumpur lapindo merupakan hasil luapan semburan lumpur di daerah Porong, Sidoarjo (Syam dan Dewi, 2013). Bencana lumpur lapindo tersebut berdampak pada kehidupan sosial ekonomi serta penurunan kualitas lingkungan. Lumpur dialirkan ke laut melalui Sungai Porong dan Aloo (Juniawan *et al.*, 2013) yang berakibat menurunkan kualitas sungai. Lumpur lapindo dapat dimanfaatkan sebagai upaya meminimalkan dampak yang ditimbulkan. Lumpur lapindo dapat dimanfaatkan menjadi produk yang berguna dan bernilai ekonomi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu, lumpur lapindo dapat dimanfaatkan sebagai adsorben karena porositasnya yang tinggi (Junawan *et al.*, 2013). Lumpur Lapindo dapat dimanfaatkan sebagai adsorben karena didominasi kandungan SiO₂ sebesar 44,8%-53,4%, diikuti oleh Fe₂O₃, dan hasil Al₂O.

Disisi lain, Sidoarjo merupakan salah satu kota pesisir yang memiliki potensi hasil laut yang melimpah, termasuk spesies Kerang Dara. Kerang Dara (*Anadara granosa*) merupakan jenis kerang yang biasa dimanfaatkan sebagai makanan pengganti lauk bagi masyarakat. Keberadaanya di alam yang melimpah membuat cangkang Kerang Dara menyebabkan timbulan dan bau. Senyawa kimia yang terkandung dalam cangkang kerang adalah kitin, kalsium karbonat, kalsium hidrosiapatit dan kalsium posfat. Sebagian besar cangkang kerang mengandung kitin, kitin merupakan suatu polisakarida alami yang memiliki banyak kegunaan, seperti bahan pengkelat, pengemulsi dan adsorben (Afranita *et al.*, 2014).

Berdasarkan komponen-komponen yang ada pada lumpur lapindo dan cangkang Kerang Dara yang bisa dijadikan sebagai adsorben dalam menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan TDS (*Total Dissolved Solids*) dari limbah tekstil di Sidoarjo.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Riset

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo selama kurang lebih 5 bulan. Cangkang kerang dara diperoleh dari Desa Kalanganyar Kabupaten Sidoarjo, sedangkan lumpur lapindo diambil di kawasan semburan lumpur lapindo Porong Sidoarjo dan sampel limbah batik diperoleh dari Kampung Batik Jetis Sidoarjo

2.2 Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam riset ini adalah mortar dan alu, ayakan 100 mesh, ayakan 50 mesh, magnetic stirrer, peralatan gelas, pompa vakum, pH meter, TDS Meter. Sedangkan Bahan yang dibutuhkan adalah cangkang kerang dara, lumpur Lapindo, aquades, bahan-bahan untuk pengujian COD, kertas saring, H_2SO_4 5 M, tisu, dan *furnace*.

2.3 Pembuatan Adsorben Cangkang Kerang Darah

Cangkang kerang dicuci dengan air yang mengalir hingga bersih. Setelah itu cangkang kerang dikeringkan lalu ditumbuk sampai halus dan ayak dengan ayakan 50 mesh. Saring kembali hasil ayakan 50 mesh dengan ayakan 100 mesh. Cangkang kerang yang sudah di ayak lalu dikalsinasi pada suhu $550^\circ C$ selama 2 jam. Setelah itu direndam dengan H_2SO_4 5 M untuk aktivasi. Aktivasi merupakan suatu perlakuan terhadap zat adsorben yang bertujuan untuk memperbesar diameter pori, luas permukaan dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Nugroho, *et al.* 2022). Cangkang kerang dioven pada suhu $105^\circ C$ selama 24 jam lalu didinginkan pada suhu ruang.

2.4 Pembuatan Adsorben Lumpur Lapindo

Lumpur Lapindo diambil dengan kondisi setengah basah. Setelah itu dicuci dengan aquades untuk menghilangkan mineral dan senyawa organik. Lumpur lapindo dioven pada suhu $110^\circ C$ selama 24 jam. Setelah itu direndam dengan larutan H_2SO_4 5 M untuk aktivasi. Lumpur lapindo dikalsinasi pada suhu $800^\circ C$ selama 2 jam. Lumpur lapindo yang sudah dikalsinasi lalu ditumbuk dan kemudian di ayak dengan ayakan 120 *mesh*.

2.5 Pengolahan Limbah Tekstil dengan Adsorben

Sampel limbah tekstil dengan faktor pengenceran 10 kali agar tidak terlalu pekat. Sampel yang sudah diencerkan diambil 1 L dan ditambahkan variasi massa adsorben. Setelah itu diaduk secara konstan dengan *magnetic stirrer* selama 3 jam. Sampel yang sudah dikontakkan dengan adsorben disaring lalu diuji kualitasnya. Adapun variasi massa adsorben yang digunakan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi Massa Adsorben

Adsorben	Variasi				
	A	B	C	D	E
Lumpur Lapindo (g)	0	1	1	1	2
Cangkang Kerang (g)	1	0	1	2	1

Sumber: Data Penelitian Pribadi (2023)

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Pengolahan Limbah Tekstil dengan Adsorben

Limbah tekstil diuji pendahuluan untuk mengetahui kualitas awal limbah. Sampel yang telah diolah dengan adsorben diuji parameternya untuk mengetahui hasil penyisihan pencemarnya. Pengujian BOD, COD, TSS, dan TDS dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo. Sedangkan pengujian BOD dilakukan di UPTD Laboratorium DLHK Sidoarjo. Hasil pengujian parameter BOD, COD, TSS, dan TDS dari sampel limbah tekstil sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tekstil ada pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Parameter Sebelum dan Sesudah Kontak dengan Adsorben

Parameter	Hasil Uji Parameter (ppm) setelah Penambahan Adsorben (Lumpur Lapindo:Cangkang Kerang)					Baku Mutu (ppm)	
	Pendahuluan	A	B	C	D		E
		0:1	1:0	1:1	1:2		2:1
BOD	1.295	700	17	13	100	707	45
COD	7.360	5.280	2.720	800	5.120	1.920	125
TSS	150	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	40
TDS	3.740	2.080	3.650	3.150	3.010	2.010	-

Sumber: Data Penelitian Pribadi (2023)

Berdasarkan hasil yang diperoleh, semua variasi pengolahan dengan adsorben masih belum memenuhi baku mutu, namun mampu menyisihkan BOD, COD, TSS, dan TDS dari kualitas awal.

Variasi C (lumpur lapindo 1 gram dan Cangkang kerang 1 gram) menunjukkan hasil terbaik dalam menyisihkan COD dari 7.360 mg/L menjadi 800 mg/L dan juga BOD dari 1.295 mg/L menjadi 13 mg/L. Hal ini dikarenakan adsorben cangkang kerang mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) yang secara fisik mempunyai pori-pori yang memungkinkan memiliki kemampuan mengadsorpsi atau menjerap zat lain kedalam pori-pori permukaanya (Afranita, *et al.* 2014). Sedangkan adsorben lumpur lapindo memiliki diameter pori sebesar 5,67573 nm (Astuti, *et al.* 2020). Hasil analisis XRF menunjukkan lumpur Lapindo didominasi oleh senyawa polisilik yaitu senyawa SiO_2 (44,8-53,4%). Senyawa polisilik dalam lumpur bereaksi dengan HCl ketika aktivasi akan mengaktifkan gugus yang menghasilkan polisilanol $[\text{Si}(\text{OH})_2]_n$ (Nugraha, 2022). Penyisihan COD dengan adsorben lumpur Lapindo berkaitan dengan

terjadinya ikatan kimia antara gugus aktif pada bahan organik dengan padatan melalui interaksi asam-basa Lewis yang menghasilkan kompleks pada permukaan padatan (Wahistina, 2014).

Variasi E (lumpur lapindo 2 gram dan cangkang kerang 1 gram) menunjukkan hasil terbaik dalam menyisihkan TDS dari 3.740 mg/L menjadi 2.010 mg/L. Adsorben cangkang kerang mengandung Kalsium Karbonat (CaCO_3) sehingga dapat digunakan sebagai pemisahan antara air dengan partikel koloid yang terdapat dalam sampel (Jalaly, 2020). Adsorben lumpur lapindo mengandung senyawa polisianol (ikatan kovalen) yang termasuk dalam ikatan yang sangat kuat. Hal ini menyebabkan senyawa limbah menjadi stabil.

Semua variasi (A-E) menunjukkan hasil yang konstan pada parameter TSS. Hal ini disebabkan oleh adanya tahapan penyaringan setelah proses kontak dengan adsorben. Tahapan ini dilakukan untuk menyisihkan adsorben dengan sampel agar tidak ada adsorben yang tertinggal sehingga parameter TSS menunjukkan hasil yang relatif sama.

3.2 Analisa Hasil Terbesar Faktor Internal dan Eksternal

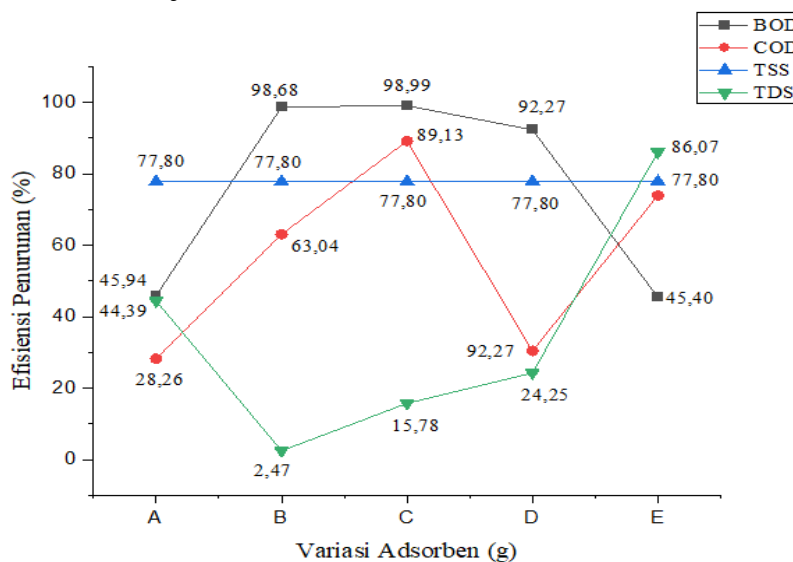
Pengolahan limbah batik dengan adsorben cangkang kerang dan lumpur lapindo menunjukkan hasil yang berbeda karena adanya perlakuan yang berbeda (variasi massa adsorben). Efisiensi penyisihan dihitung dengan rumus berikut:

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{X_{\text{Awal}} - X_{\text{Terolah}}}{X_{\text{Awal}}} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

X awal : Uji Pendahuluan

X terolah : Uji Akhir



Gambar 1. Grafik Efisiensi Penyisihan Parameter BOD, COD, TSS, dan TDS

Efisiensi penyisihan BOD paling tinggi yaitu variasi C sebesar 98,99% dan perolehan efisiensi paling rendah adalah variasi E sebesar 45,44%. Penyisihan ini dimungkinkan karena banyaknya massa adsorben yang menyebabkan terjadinya penggumpalan adsorben sehingga

permukaan adsorben tertutup. Hal ini menyebabkan berkurangnya luas permukaan aktif dari adsorben sehingga proses penyerapan tidak efektif yang mengakibatkan berkurangnya kapasitas penyerapan (Rahmawati, 2013).

Efisiensi penyisihan COD paling tinggi yaitu variasi C sebesar 89,13% dimana nilai BOD juga mengalami penyisihan yang tinggi, sedangkan perolehan efisiensi paling rendah adalah variasi A sebesar 28,26%. Efisiensi penyisihan yang tinggi disebabkan oleh penambahan adsorben cangkang kerang (1 g) dan lumpur lapindo (1 g). Massa adsorben yang tepat yang ditambahkan pada sampel limbah batik mampu menurunkan COD karena senyawa dan pori-pori adsorben yang bisa mengikat senyawa organik maupun anorganik pada limbah batik. Sedangkan variasi A (cangkang kerang 1 g) sedikit menurunkan COD karena hanya ditambahkan satu jenis adsorben saja sehingga kemampuan dalam menurunkan COD berkurang.

Efisiensi penyisihan TDS paling tinggi yaitu variasi E sebesar 86,07%. Hal ini disebabkan adsorben cangkang kerang dan lumpur Lapindo mampu mengikat partikel koloid pada limbah batik. Adanya perlakuan penyaringan juga ikut membantu mengurangi kekeruhan pada limbah batik. Sedangkan efisiensi penyisihan COD terkecil yaitu pada variasi B sebesar 2,47%. Adsorben lumpur Lapindo belum cukup banyak mengadsorpsi partikel-partikel pada limbah batik.

Efisiensi penyisihan TSS menghasilkan persentase yang konstan yaitu 77,8%. Hal ini disebabkan adanya tahap penyaringan yang menjadikan partikel tersuspensi tersaring pada kertas saring. Oleh karena itu, semua hasil variasi menunjukkan persentase yang relatif sama.

3.3 Potensi Hasil yang Dapat Dikembangkan

Adsorben lumpur lapindo dan cangkang kerang bisa digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah tekstil yang ramah lingkungan dan bahan utamanya yang melimpah di alam menambah nilai guna bagi masyarakat Sidoarjo.

4. Kesimpulan

Variasi terbaik dalam menurunkan BOD dan COD adalah variasi C (lumpur Lapindo 1 g dan cangkang Kerang Darah 1 g) dengan efisiensi penyisihan berturut-turut sebesar 98,99% dan 89,13%. Variasi terbaik dalam menurunkan TDS adalah variasi E (lumpur Lapindo 2 g dan cangkang Kerang Darah 1 g) dengan efisiensi 86,07%. Efisiensi penyisihan TSS menunjukkan hasil yang relatif sama yaitu 33,33%.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah memberikan pendanaan kepada tim sehingga penelitian PKM-RE ini bisa terlaksana dengan baik. Terimakasih pada Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo yang bertindak sebagai fasilitator terhadap jalannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afranita, G., Anita, S., & Hanifah, T. A. 2014. Potensi Abu Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) sebagai Adsorben Ion Timah Putih. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. 1(1):1-5.
- Fitriyani, I., Antariksa, & Wulandari, L. D. 2015. Penggunaan Ruang Pada Usaha Batik Tulis Di Kampung Batik Jetis Sidoarjo. *Jurnal RUAS*, 13(2):47–59.
- Jalaly, M. J. H., 2020. Eco Filter Air dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) sebagai Media Filtrasi untuk Menurunakan Kekeruhan dan Kadar TSS. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.
- Nugroho, G. S., Muchammad, S. A., & Bambang, W. 2022. Studi Literatur Kemampuan dan Karakterisasi Adsorben dari Lumpur Lapindo. *Jurnal Teknologi Separasi*. 8(3):540-547.
- Priadie, B. 2017. Potensi IPAL Skala Individu untuk Pengolahan Limbah. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 28(1):42–50.
- Rahmawati, Chadijah, S., Ilyas, A. 2013. Analisa Penyisihan Kadar COD Dan BOD Limbah Cair Laboratorium Biokimia Uin Makassar Menggunakan Fly Ash (Abu Terbang) Batubara. *Al-kimia*. 1(1): 1-10.
- Syam, R., & Dewi, D. 2013. Karakterisasi Sifat Fisis Lumpur Panas Sidoarjo dengan Aktivasi Kimia dan Fisika. *Jurnal Teknik ITS*. 2(2).
- Vakili, A., A. A, Zinatizaadeh., Z. Rahimi., S. Zinadini., P. Mohammadi., S. Azizi., A. Karami., & M. Abdulgader. 2023. The Impact of Activation Temperature and Time on The Characteristics and Performance of Agricultural Waste-based Activated Carbons for Removing Dye and Residual COD from Wastewater. *Journal of Cleaner Production*. 382(134899):1-13.
- Wahistina, R. (2014). Analisis Perbedaan Penyisihan Kadar BOD dan COD pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Zeolit. Skripsi. Universitas Jember.