

**PENGGUNAAN TEKNOLOGI ADSORPSI UNTUK MENURUNKAN
KONSENTRASI PROCION RED MX-5B PADA LIMBAH INDUSTRI TEKSTIL
MENGUNAKAN MEDIA ADSORBEN ABU VULKANIK KELUD DAN PASIR
VULKANIK MERAPI**

Ria wenny harianja *) , Ir. Endro Sutrisno, MS**) , Sri Sumiyati, ST, MSi**))
riaharianja@gmail.com

ABSTRACT

Many pollutants contained in waste textile industry, one of which is color. Liquid waste dye can cause acute or chronic effects on living things depend on the duration of exposure and concentration of the dye. Adsorption is one form of wastewater treatment technologies. Adsorption is the process of adsorption of the substance / certain compounds on the solid surface (adsorbent). Kelud ash and Merapi sand is a natural mineral that has not been maintained and reused to the maximum. This study aimed to compare the effectiveness of Kelud ash and sand Merapi sand as adsorbent media to reduce the concentration of the dye Procion Red MX-5B contained in textile industry wastewater using a continuous method with vertical and horizontal reactor models. Adsorbent media Merapi sand and Kelud ash are separated and then activated chemically by using a solution of concentrated HCl to be clean from impurities and can be reuse as adsorbent. The variables of this study is color, reducing the concentration of the dye using a height comparison adsorbent media composition (100%: 0%, 75%: 25%, 50%: 50%, 25%: 75%, 0%: 100%) with debit flow of 50ml/min with a contact time (4, 8, 12, 16, 20 minutes). The results obtained showed that the greatest efficiency is obtained from vertical reactor with the adsorbent height ratio AVK 25%: 75% PVM with efficiency by 98.40% with color removal as much 16mg/l PtCo for color parameters. While on a horizontal reactor with the height ratio of adsorbent 100% AVK: 0% PVM with efficiency by 54.70% with a color removal as much 453mg / l PtCo.

Keywords : waste textile industry, Kelud Ash, Merapi Sand, Color parameter, Adsorption

PENDAHULUAN

Limbah cair zat warna dapat menyebabkan efek kronis atau akut pada makhluk hidup tergantung pada lamanya paparan dan konsentrasi zat warna (Allen, *et.al*, 2008). Salah satu pencemar organik yang bersifat *non biodegradable* adalah zat warna tekstil. Zat warna tekstil umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzena. Zat warna azo adalah senyawa

yang paling banyak terdapat dalam limbah tekstil, yaitu sekitar 60 % - 70 % . Senyawa azo memiliki struktur 2 umum $R-N=N-R'$, dengan R dan R' adalah rantai organik yang sama atau berbeda. Senyawa ini memiliki gugus $-N=N-$ yang dinamakan struktur azo.

Berbagai metode telah dilakukan guna mengatasi limbah cair zat warna, baik secara kimia, fisika, biologi, maupun melalui gabungan ketiganya. Upaya

*) Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip

penanggulangan limbah cair dapat dilakukan melalui adsorpsi (Cristina M, 2010). Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan suatu zat baik berupa gas maupun zat cair pada permukaan adsorben. Adsorpsi terjadi karena adanya interaksi antara dua fasa sehingga terdapat beberapa partikel yang bergerak ke bidang antarfasa dan terjadi akumulasi antarfasa (Pujiastuti C, *et.al*, 2008). Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi menurut Reynolds (1982) adalah luas permukaan adsorben, ukuran partikel, waktu kontak, dan distribusi ukuran pori. Penggunaan metode adsorpsi untuk menangani limbah cair zat warna beberapa tahun ini semakin dikembangkan. Hal ini karena adsorpsi memiliki efisiensi yang baik, menghasilkan air yang berkualitas baik serta prosesnya yang ekonomis (Allen, *et.al*, 2008).). Selain itu penanganannya mudah dilakukan dan jenis adsorben yang digunakan juga bervariasi (Inglezakis, *et.al*, 2006). Salah satu alternatif penanganan limbah adalah penggunaan adsorben sebagai pengikat atau pengadsorp bahan buangan berbahaya yaitu logam dan molekul organik yang tidak mudah terdegradasi. Saat ini telah banyak dilakukan penelitian adsorben yang murah dan mudah diaplikasikan untuk adsorpsi pada bahan-bahan pewarna seperti bermacam-macam silika, tanah liat teraktivasi, mineral mangan alam, zeolit alam,, campuran abu layang dan tanah, dan sebagainya (Yavuz, *et.al*, 2006). Penggunaan material alam seperti *clays* dan bahan-bahan yang mengandung persenyawaan silika untuk mengatasi

limbah zat cair juga meningkat, hal ini disebabkan oleh keberadaannya yang banyak dan mudah didapatkan serta murah. Salah satu material alam yang mudah didapatkan adalah golongan *feldspar* yang dapat ditemui pada batuan vulkanik (El, *et.al*, 2011).

Pasir Merapi yang dimuntahkan oleh Gunung Merapi pada erupsi tahun 2010 lalu dan Abu Kelud yang dimuntahkan oleh Gunung Slamet pada 2014 yang lalu mengandung silika, mineral, dan bebatuan kecil. Unsur kimia yang terkandung dalam pasir Merapi umumnya silika (lebih dari 60%), alumina (17%), dan unsur-unsur lain berupa besi, kalsium, dan magnesium dalam jumlah yang sedikit, sedangkan Abu Kelud memiliki kandungan Fe (besi), Mn (Mangan), Si (Silika), Al (Aluminium), Ca (Kalsium), K (Kalium), dan P (Fosfor). Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan menggunakan adsorben abu Kelud sebagai media adsorben dalam mengurangi konsentrasi zat pewarna tekstil Procion MX-5B. Diharapkan limbah tekstil yang mengandung zat warna akan berkurang konsentrasinya setelah terjadi kontak dengan media adsorben pasir dan abu vulkanik.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan keefektifan antara adsorben abu kelud dan pasir vulkanik merapi, menganalisa penyisihan konsentrasi zat warna tekstil berdasarkan komposisi ketinggian media adsorben serta menganalisa pengaruh variasi waktu kontak terhadap penyisihan konsentrasi zat warna tekstil.

*) Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip

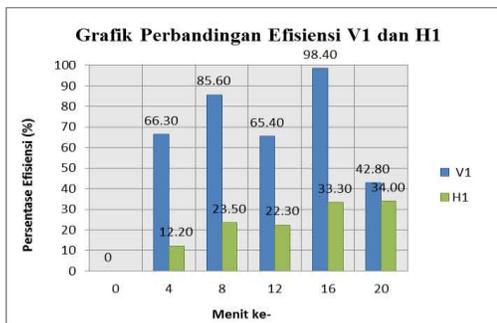
dengan cara merendam media adsorben Abu Keud dan Pasir Merapi ke dalam larutan HCl pekat 4N selama 24 jam. Kemudian dilakukan proses Pengeringan dengan menggunakan stirrer. Selanjutnya pembuatan air limbah Procion Red MX-5B dengan proses Pengenceran, dilanjutkan dengan proses running.

Running

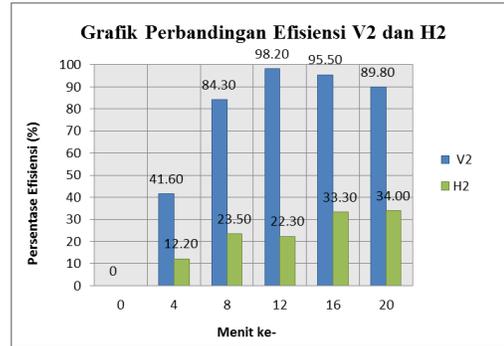
Setelah proses aktivasi dan pengenceran pewarna Procion Red MX-5B, maka penelitian siap dilaksanakan. Air limbah dimasukkan ke dalam influent kemudian dialirkan ke reaktor dengan model reaktor vertikal dan reaktor horizontal yang berisi media adsorben dengan perbandingan ketinggian media adsorben. Parameter Warna pada masing masing reaktor diukur dengan memvariasikan waktu pengambilan yaitu 4menit, 8menit, 12 menit, 16 menit, dan 20 menit berdasarkan perhitungan waktu kontak.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

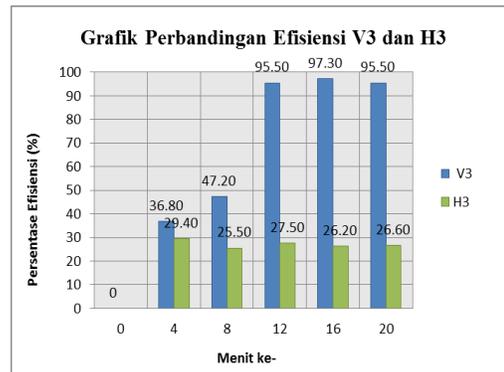
a. Hasil Uji Warna



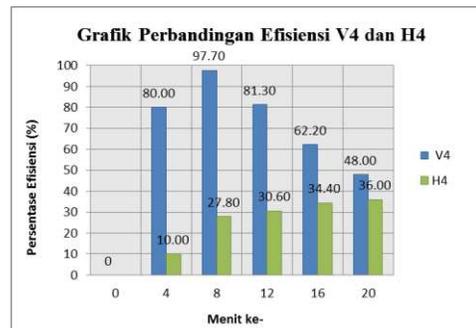
Gambar 3. Grafik Perbandingan Efisiensi V1 dan H1 dengan Komposisi Media Abu Kelud 100% dan Pasir Merapi 0%



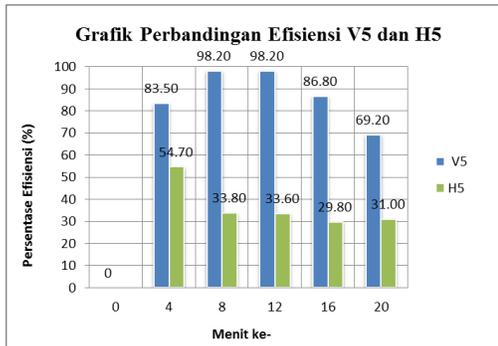
Gambar 4. Grafik Perbandingan Efisiensi V2 dan H2 dengan Komposisi Media Abu Kelud 75% dan Pasir Merapi 25%



Gambar 5. Grafik Perbandingan Efisiensi V3 dan H3 dengan Komposisi Media Abu Kelud 50% dan Pasir Merapi 50%



Gambar 6. Grafik Perbandingan Efisiensi V4 dan H4 dengan Komposisi Media Abu Kelud 25% dan Pasir Merapi 75%



Gambar 7. Grafik Perbandingan Efisiensi V5 dan H5 dengan Komposisi Media Abu Kelud 0% dan Pasir Merapi 100%

Gambar 3 sampai dengan gambar 7 merupakan grafik perbandingan antara reaktor vertikal dan reaktor horizontal. Pada setiap gambar disajikan grafik perbandingan efisiensi reaktor vertikal dan reaktor horizontal dengan komposisi yang berbeda antara abu kelud dan pasir merapi. Efisiensi reaktor vertikal 1 (V1) pada gambar 4.7 berada diantara 42.80% sampai dengan 98.40% sedangkan efisiensi reaktor Horizontal 1 (H1) berada diantara 12.20% sampai dengan 34.00%. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa reaktor V1 pada gambar 4.7 memiliki efisiensi yang lebih baik daripada efisiensi reaktor horizontal (H1). Hal yang sama juga dapat dilihat pada Gambar 4.8, Gambar 4.9, Gambar 4.10 dan Gambar 4.11. Semua gambar menunjukkan bahwa angka Efisiensi Reaktor Vertikal lebih tinggi dibandingkan dengan Reaktor Horizontal. Sehingga dapat disimpulkan untuk ke-5 Grafik Perbandingan reaktor Vertikal dan reaktor Horizontal bahwa reaktor Vertikal lebih baik jika dibandingkan dengan reaktor Horizontal dan dibuktikan dengan garis efisiensi

reaktor Vertikal pada setiap grafik selalu berada diatas garis grafik reaktor Horizontal.

Hal ini disebabkan oleh gaya gravitasi pada susunan reaktor secara vertikal lebih memungkinkan daerah aliran serapan zat pewarna lebih luas dibandingkan dengan reaktor dengan susunan horizontal. Semakin luas daerah resapan aliran zat pewarna semakin banyak pula zat warna yang melakukan kontak dengan media sehingga penurunan konsentrasinya pun akan lebih tinggi.

b. Penurunan Konsentrasi Zat Warna Tekstil Berdasarkan Komposisi Ketinggian Media Adsorben

Penurunan konsentrasi zat warna juga berhubungan dengan variasi ketinggian komposisi dimana, pada reaktor V1 dengan perbandingan komposisi V1 = 100% Abu Kelud : 0% Pasir Merapi mampu menurunkan konsentrasi sampai 16mg/l PtCo, V2=75% Abu Kelud : 25% Pasir Merapi mampu menurunkan konsentrasi sampai 18mg/l PtCo, V3=50% Abu Kelud : 50% Pasir Merapi mampu menurunkan konsentrasi sampai 27mg/l PtCo, V4 = 25% Abu Kelud : 75% Pasir Merapi mampu menurunkan konsentrasi sampai 23mg/l PtCo, V5 = 0% Abu Kelud : 100% Pasir Merapi mampu menurunkan konsentrasi sampai 18 mg/l PtCo. Dalam hal ini media adsorben mampu mengadsorpsi zat warna tekstil dengan baik, sedangkan pada reaktor horizontal dengan perbandingan komposisi H1 = 0% Abu Kelud : 100%

*) Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip

Pasir Merapi mampu menurunkan warna sampai 660mg/l PtCo, H2 = 25% Abu Kelud : 75% Pasir Merapi mampu menurunkan warna sampai 737mg/l PtCo, pada komposisi H3 = 50% Abu Kelud : 50% Pasir Merapi mampu menurunkan warna sampai 706mg/l PtCo, H4 = 25% Abu Kelud : 75% Pasir Merapi mampu menurunkan warna sampai 640mg/l PtCo, H5 = 0% Abu Kelud : 100 % Pasir Merapi mampu menurunkan warna sampai 453mg/l PtCo. Dalam hal ini dapat dilihat bahwa penurunan konsentrasi menurun namun tidak terlalu banyak jika dibandingkan dengan penyisihan pada reaktor vertikal.

c. Konsentrasi Effluent Zat Warna Tekstil Berdasarkan Waktu Kontak Media Adsorben

Tabel 7. Konsentrasi Effluent Zat Warna Tekstil berdasarkan Waktu Kontak Media Adsorben

Reaktor	Waktu Kontak (Menit ke-)				
	4	8	12	16	20
V1	337	144	346	16	572
V2	584	157	18	45	102
V3	632	528	45	27	45
V4	200	23	187	378	520
V5	165	18	18	132	308

Pada menit ke-4 sampai dengan menit ke-16 terjadi peningkatan penyisihan dengan ditandai penurunan konsentrasi zat warna yaitu pada angka 384 mg/l PtCo sampai dengan 120 mg/l PtCo. Pada menit ke-16 terjadi penyisihan yang optimum dengan angka konsentrasi 120 mg/l PtCo karena kinerja media masih sangat baik sedangkan pada menit ke-20

sudah terjadi penurunan yang signifikan dengan ditandai kenaikan konsentrasi effluent yaitu yang pada awalnya di menit ke-16 berada pada angka 120 mg/l PtCo menjadi 309 mg/l PtCo, hal ini dapat disebabkan pada media adsorben telah terjadi kejenuhan sehingga dapat dilakukan peng-aktivasian kembali pada media adsorben ataupun dapat dilakukan penggantian media adsorben dengan media baru yang sudah di aktivasi.

Tabel 8. Konsentrasi Effluent Zat Warna Tekstil berdasarkan Waktu Kontak Media Adsorben

REAKTOR	Waktu Kontak (Menit ke-)				
	4	8	12	16	20
H1	878	765	777	667	660
H2	737	809	847	820	792
H3	706	745	725	738	734
H4	900	722	694	656	640
H5	453	662	664	702	690

Pada menit ke-4 sampai dengan menit ke-12 terjadi penurunan penyisihan dengan ditandai kenaikan konsentrasi zat warna yang keluar dari reaktor yaitu pada angka 735 mg/l PtCo sampai dengan 741 mg/l PtCo. Hal ini disebabkan posisi reaktor yang dibuat secara horizontal sehingga mengakibatkan lambatnya penyebaran zat warna ke seluruh media adsorben sehingga masih sedikit air yang terjerap ke media sehingga penyisihannya pun rendah. Dapat dilihat juga pada menit ke-16 dan ke-20 terjadi kenaikan penyisihan dengan angka konsentrasi 717 mg/l PtCo dan 703 mg/l PtCo, kenaikan penyisihan ini disebabkan luas media adsorben sudah kontak dengan larutan

*) Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip

warna sehingga penjerapan pun berlangsung dengan baik.

KESIMPULAN

1. Perbandingan efisiensi penurunan konsentrasi warna lebih baik pada reaktor vertikal dibandingkan dengan reaktor horizontal dengan efisiensi pada reaktor vertikal sebesar 98,40% dengan variasi komposisi media adsorben 100% Abu Kelud : 0% Pasir Merapi sedangkan efisiensi pada reaktor horizontal yaitu 54,70% dengan variasi komposisi media adsorben 0% Abu Kelud : 100% Pasir Merapi.
2. Penyisihan konsentrasi zat warna dengan komposisi media yang paling baik adalah pada reaktor vertikal 1 dengan komposisi media 100% Abu Kelud : 0% Pasir Merapi menyisihkan konsentrasi warna sampai 16 mg/l PtCo.
3. Hubungan waktu kontak dengan konsentrasi effluen hasil proses adsorpsi pada reaktor vertikal yaitu, pada menit ke-16 terjadi penyisihan dengan angka konsentrasi 120 mg/l PtCo karena kinerja media masih sangat baik sedangkan pada menit ke-20 sudah terjadi penurunan yang signifikan dengan ditandai kenaikan

konsentrasi effluent yaitu yang pada awalnya di menit ke-16 berada pada angka 120 mg/l PtCo menjadi 309 mg/l PtCo. Sedangkan pada reaktor horizontal, pada menit ke-16 dan ke-20 terjadi kenaikan penyisihan dengan angka konsentrasi 717 mg/l PtCo dan 703 mg/l PtCO.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah dapat dilakukan penelitian kembali dengan metode yang sama serta menggunakan limbah hasil produksi industri tekstil dan menggunakan media adsorben yang lebih efektif daripada Pasir Merapi sehingga dapat menghasilkan efisiensi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, S. J. and B. Koumanova. 2005. "Decolourisation of Water/Wastewater Using Adsorption." *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy* 40.
- Christian. 2007. *Penggunaan Jamur Lapuk Putih dalam Penghilangan Warna Limbah Tekstil*.
- Pujiastuti, P., 2001, *Kajian Transformasi Khitin Menjadi Khitosan Secara*

*) Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip

Kimiawi dan Enzimatik, Seminar Nasional Jurusan Kimia, Jurusan Kimia F MIPA UNS.

Tan, Kim H. 1991. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

*) Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip