PENURUNAN KONSENTRASI WARNA LIMBAH CAIR SASIRANGAN MENGGUNAKAN ADSORBEN LIMBAH PADAT LUMPUR-AKTIF TERAKTIVASI INDUSTRI KARET

Riza Miftahul Khair[1], Nopi Stiyani Prihatini[1] ,Apriani[1] dan Vita Pramaningsih[2]
[1]*Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat*
[2]*Program Studi D3 Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur*
Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia
Email: mkriza@ulm.ac.id

ABSTRAK

Limbah cair sasirangan memiliki tingkat pencemaran yang tinggi dan belum memenuhi standar untuk dibuang ke lingkungan, sehingga harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Pembuangan air limbah industri tekstil ke lingkungan tanpa adanya proses pengolahan dapat merusak ekosistem dan menjadi racun bagi organisme air, bahkan beberapa jenis pewarna diduga bersifat karsinogen dan membahayakan kesehatan manusia. Metode yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi warna pada air limbah, salah satunya adalah proses adsorpsi. Salah satu jenis adsorben yang sering digunakan dalam pengolahan air limbah serta dinilai sangat cocok untuk mengurangi zat organik dan warna yaitu karbon aktif. Pada penelitian ini dilakukan analisis penurunan konsentrasi warna limbah cair industri sasirangan menggunakan adsorben yang terbuat dari limbah padat lumpur-aktif industri karet berbentuk bubuk (powder), dengan aktivasi adsorben menggunakan KOH. Hasil karakteristik limbah cair sasirangan Kampung Sasirangan Banjarmasin yaitu memiliki konsentrasi warna, BOD dan COD yang tinggi, memiliki nilai pH basa yaitu 11 serta konsentrasi logam Cr, Cu dan Cd yang sesuai dengan baku mutu. Sedangkan untuk kondisi operasi terbaik dalam proses adsorpsi warna menggunakan adsorben limbah lumpur–aktif karet adalah pada pH 3, dosis 9 g/L dan waktu kontak 150 menit (2,5 jam) dengan kapasitas adsorpsi 675,7 Pt.Co/g.

Kata Kunci: Adsorpsi, limbah lumpur aktif, sasirangan, warna.

ABSTRACT

Sasirangan textile wastewater has high pollutant power and has not met the requirements to be disposed of into the environment, so it must be treated first. The disposal of textile industrial wastewater to the environment without going through the processing process can damage the ecosystem and become toxic to aquatic organisms, even some types of dyes are thought to be carcinogens and endanger human health. One of the methods that can be used to reduce the color concentration in wastewater is the adsorption process. One type of adsorbent that is commonly used in wastewater treatment and is considered very suitable for reducing organic matter and color is activated carbon. In this study, an analysis of the decrease in the color concentration of the sasirangan industrial wastewater was carried out using an adsorbent made of powdered solid waste of activated rubber industrial sludge with adsorbent activation using KOH. The results of the characteristics of the Sasirangan wastewater in Sasirangan Village, Banjarmasin, namely having a high concentration of color,

BOD and COD, having an alkaline pH value of 11 and concentrations of Cr, Cu and Cd metals in accordance with quality standards. As for the best operating conditions in the color adsorption process using waste activated sludge rubber adsorbent is at a pH of 3, a dose of 9 g / L and a contact time of 150 minutes (2.5 hours) with an adsorption capacity of 675.7 Pt.Co/g.

Keywords: Adsorption, colour, sasirangan, waste activated sludge.

1. PENDAHULUAN

Sasirangan merupakan kain adat yang berasal dari suku Banjar di Kalimantan Selatan. Sejak tahun 2007, industri kain sasirangan ditetapkan sebagai salah satu dari sepuluh komoditi/produk/jenis usaha (KPJU) unggulan Kalimantan Selatan (Putra, 2011). Seperti industri tekstil pada umumnya, pembuatan kain sasirangan terdiri dari proses pewarnaan dan pencelupan dengan menggunakan pewarna sintetik seperti naphtol, indigosol, dan indanthrene yang akan menghasilkan limbah cair berwarna pekat dalam jumlah yang cukup besar (Hardini, dkk., 2009; Mizwar, 2013). Produksi limbah cair sasirangan di kota Banjarmasin untuk tiap *home industry* rata-rata 200 liter perhari (Indriyani, 2014). Limbah cair sasirangan memiliki tingkat pencemaran yang tinggi dan belum memenuhi syarat untuk dibuang ke lingkungan, sehingga harus diolah terlebih dahulu. Pembuangan limbah cair industri tekstil ke lingkungan tanpa melalui proses pengolahan dapat merusak ekosistem dan menjadi racun bagi organisme air, bahkan beberapa jenis pewarna diduga bersifat karsinogen dan membahayakan kesehatan manusia (Pinheiro, dkk., 2004; Erdem, dkk., 2005; Babu, dkk., 2007; Hameed, 2009; Mizwar, 2013).

Berbagai macam metode dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi warna pada air limbah, salah satunya adalah adsorpsi (Bhattacharya, dkk., 2008). Adsorpsi merupakan metode yang serbaguna dan sangat efektif untuk mereduksi berbagai kontaminan karena efektifitas dan kapasitas adsorpsinya yang tinggi serta biaya operasionalnya yang cukup rendah (Syafalni, dkk., 2012). Salah satu jenis adsorben yang sering digunakan dalam pengolahan air limbah dan dinilai sangat cocok untuk mengurangi zat organik dan warna (Alvares, dkk., 2001;Kalderis, dkk., 2008; Ahmad, dkk., 2009) yaitu karbon aktif. Karbon aktif sendiri merupakan bahan karbon yang telah melewati proses karbonisasi untuk meningkatkan porositasnya (Marsh, 1989). Adsorben dari bebagai macam material limbah telah banyak dikembangkan seperti dari tempurung kelapa (Mizwar, dkk., 2012), limbah padat lumpur aktif industri karet (Salmariza, dkk., 2016 ; Darmansyah, dkk., 2017), dan kulit durian (Arlofa, 2016).

Penelitian yang dilakukan Mizwar, dkk (2012) menyatakan bahwa penggunaan adsorben dari karbon aktif tempurung kelapa menghasikan efektifitas tertinggi dalam penyisihan warna sebesar 39,16% dengan dosis adsorben sebanyak 6 gr dan waktu kontak selama 60 menit. Kemudian penelitian Darmansyah, dkk (2017) menggunakan limbah padat lumpur aktif menghasilkan efektifitas penyisihan warna sebesar 69,43% dengan waktu kontak selama 120 menit. Sedangkan pada penelitian Arlofa (2016) menghasilkan efisiensi adsorpsi sebesar 90,9% dengan kondisi adsorpsi optimum pada konsentrasi KOH 30% dengan perbandingan kulit durian dan KOH 2:1 dan suhu kalsinasi 800^{o}C.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis penurunan konsentrasi warna limbah cair industri sasirangan menggunakan adsorben yang terbuat dari limbah padat lumpur aktif industri karet berbentuk bubuk (*powder*) dengan menggunakan metode *batch*. Proses aktivasi adsorben akan menggunakan KOH. Kemudian untuk membandingkan kinerja dari proses adsorpsi tersebut akan diberi beberapa perlakuan yaitu pH, dosis dan waktu kontak pada kecepatan pengadukan konstan.

2. METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah limbah padat sisa lumpur aktif (WAS) PT. Bumi Asri Pasaman, agen aktivasi (KOH), limbah cair sasirangan, *aquades,* kertas saring, aluminium foil, larutan HCl. Sedangkan untuk peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain oven, *rotary shaker,* peralatan gelas kimia, neraca analitik, botol sampel, pH meter, *furnace, magnetic stirrer,* dan desikator.

2.1 Preparasi Sampel

Pembuatan adsorben dimulai dari sampel limbah padat lumpur-aktif yang diambil dari industri karet di keringkan dengan menggunakan oven pada suhu 110^{o}C selama 24 jam. Kemudian limbah lumpur yang telah kering dihaluskan dan diayak menggunakan *test siever* no. 60 mess, dengan tujuan untuk menyamaratakan ukuran butur-butir adsorben. Kemudian sampel dikarbonisasi menggunakan *furnace* pada suhu 600^{o}C dalam waktu 1 jam hingga terbentuk arang. Adsorben diaktivasi secara kimia menggunakan larutan KOH 2 N dengan perlakuan pengadukan menggunakan magnetic *stirrer* pada suhu 85^{o}C selama 7 jam. Sampel kemudian dibilas dengan larutan HCL 1,2 M dan aquades hingga pH netral. Adsorben kemudian di keringkan di dalam oven pada suhu 105^{o}C selama 24 jam. Lalu didinginkan di dalam desikator selama 30 menit (Salmariza dkk., 2016).

2.2 Karakterisasi Limbah Cair Sasirangan

Limbah cair sasirangan yang akan digunakan, sebelumnya dilakukan pengkarakteristikan awal untuk mengetahui kandungan apa saja yang terdapat pada limbah cair sasirangan serta konsentrasi warna dengan menggunakan metode spektrofotometri.

2.3 Pengaruh pH Limbah

Sebanyak 200 mL limbah cair sasirangan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian diukur pH awalnya dan diatur pH-nya menggunakan HCl sesuai dengan nilai yang divariasikan yaitu 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; dan 5. Selanjutnya dimasukkan adsorben limbah padat lumpur aktif sebanyak 2,4 gram. Lalu diaduk menggunakan *rotary shaker* dengan kecepatan 180 rpm selama 390 menit. Kemudian limbah cair sasirangan disaring menggunakan kertas saring. Setelah disaring hasil olahan diuji pH akhir, dan konsentrasi warna menggunakan spektrofotometer untuk mengetahui pH terbaik (Salmariza, 2012).

2.4 Pengaruh Dosis Adsorben

Sebanyak 200 mL limbah cair sasirangan dengan pH terbaik dimasukkan ke dalam erlenmeyer, lalu dimasukkan adsorben dengan dosis sebanyak 3; 6; 9; 12; 15; 18 dan 21 g/L. Kemudian diaduk menggunakan *rotary shaker* dengan kecepatan rotasi 180 rpm selama 390 menit. Selanjutnya limbah cair sasirangan disaring menggunakan kertas saring. Setelah

disaring hasil olahan diuji konsentrasi warna menggunakan spektrofotometer untuk mengetahui dosis terbaik (Salmariza, 2012).

2.5 Pengaruh Waktu Kontak

Sebanyak 200 mL limbah cair sasirangan dimasukkan ke dalam erlenmeyer, lalu ditambahkan adsorben limbah padat lumpur aktif sebanyak nilai dosis terbaik yang didapatkan pada tahapan sebelumnya. Kemudian dilakukan pengadukan menggunakan *rotary shaker* pada kecepatan 180 rpm. Variasi waktu kontak yang digunakan adalah 5, 10, 20, 30, 60, 90, 150, 210, 300, dan 390 menit dengan kondisi pH terbaik yang didapatkan pada tahapan sebelumnya. Selanjutnya limbah cair sasirangan tersebut disaring menggunakan kertas saring. Lalu kandungan warna pada limbah cair sasirangan diuji menggunakan spektrofotometer untuk mengetahui waktu kontak setimbang yang dapat menurunkan konsentrasi warna paling tinggi (Salmariza, dkk., 2016).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Limbah Cair Sasirangan

Pada penelitian ini air limbah yang digunakan adalah air limbah sasirangan yang berasal dari kampung sasirangan Banjarmasin. Hasil analisis karakteristik limbah cair sasirangan ini meliputi parameter yang diuji ialah BOD, COD, pH, warna, Cr, Cu, dan Cd dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 1. Hasil Karakteristik Limbah Cair Sasirangan

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian	Baku Mutu*
1	BOD	Mg/L	3800	60
2	COD	Mg/L	5192	150
3	pH	-	11	6,0-9,0
4	Warna	Pt.Co	4928	-
5	Krom total (Cr)	Mg/L	0,0035	1
6	Tembaga (Cu)	Mg/L	0,001	2
7	Kadmium (Cd)	Mg/L	0,0019	0,05

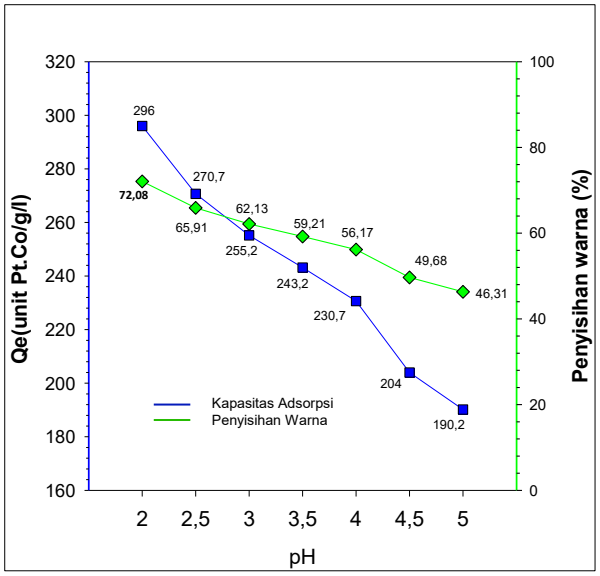
Konsentrasi BOD dan COD yang terdapat pada limbah cair sasirangan ini sangat tinggi, yaitu 3800 dan 5192 Mg/L. BOD dan COD pada limbah biasanya disebabkan oleh adanya senyawa-senyawa organik. Senyawa-senyawa organik yang ada pada limbah cair sasirangan berasal dari zat warna yang digunakan pada proses pewarnaan (Darmansyah, dkk., 2017). Nilai pH atau derajat keasaman menunjukkan kadar asam atau basa dalam larutan. Nilai pH suatu perairan mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air dan merupakan pengukuran konsentrasi ion hydrogen dalam air. Hasil analisis kualitas limbah cair sasirangan yang berasal dari Kampung Sasirangan Banjarmasin didapatkan nilai pH sebesar 11. Nilai pH tersebut berada pada nilai pH basa. Seperti hasil analisis pada penelitian Mizwar dkk., (2012) yang menyatakan bahwa limbah cair sasirangan memiliki pH basa, yaitu sebesar 12,38.

Limbah cair sasirangan memiliki konsentrasi warna yang sangat tinggi, yakni sebesar 4928 Pt.Co. Konsentrasi warna yang tinggi ini disebabkan karena penggunaan pewarna sintetik seperti napthol, indigosol, reaktif dan indanthrene yang akan menghasilkan limbah cair bewarna pekat. Pada limbah cair sasirangan juga terdapat kandungan logam berat yang disebabkan oleh penambahan zat warna yang mengandung logam seperti Cu, Cr dan Cd. Hal tersebut bertujuan untuk menstabilkan serta memberikan efek terang pada zat warna. Kandungan logam dalam limbah cair sasirangan ini masih dalam batas aman atau telah memenuhi baku mutu (Hardini, dkk., 2009).

3.2 Pengaruh pH Limbah

Hasil pengujian pengaruh variasi pH terhadap kapasitas adsorpsi disajikan pada Gambar 3.1. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa semakin tinggi pH semakin rendah persentase adsorpsinya. Derajat keasaman dengan penurunan konsentrasi warna tertinggi pada penelitian ini berada pada pH 2. Pada pH 2 konsentrasi warna sebesar 4928 Pt.Co kemudian setelah adsorpsi kadarnya menjadi 1376 Pt.Co. Sesuai dengan Khan dan Chaudhuri (2010) memperoleh nilai pH 2 sebagai kondisi optimum adsorpsi warna pada limbah cair tekstil.

Menurut Isa, dkk (2017) pH larutan yang bersifat basa mengakibatkan permukaan adsorben cenderung menjadi negatif sehingga tidak mendukung adsorpsi zat warna karena tolakan elektrostastik. Menurut Stum dan Morgan (1981) Gaya elektrostatik merupakan gaya yang diakibatkan karena adanya tarik menarik antara ion-ion yang bermuatan berlawanan. Terjadinya penyisihan yang besar pada kondisi asam dapat disebabkan karena adanya muatan adsorben yang positif dan adsorbat yang negatif sehingga terjadi interaksi elektrostatik antara adsorben dengan adsorbat. Sehingga semakin keduanya mendekat dan mengakibatkan gaya van der waals menjadi dominan yang membuat adsorpsi dapat terjadi lebih baik. Sedangkan pada pH tinggi biasanya adsorben bermuatan negatif demikian dengan adsorbat sehingga terjadi repulsi/ tolak menolak sehingga sulit terjadi adsorpsi. Adanya penyisihan yang terukur pada pH tinggi dapat disebabkan oleh mekanisme adsorpsi lainnya salah satunya seperti ion exchange.

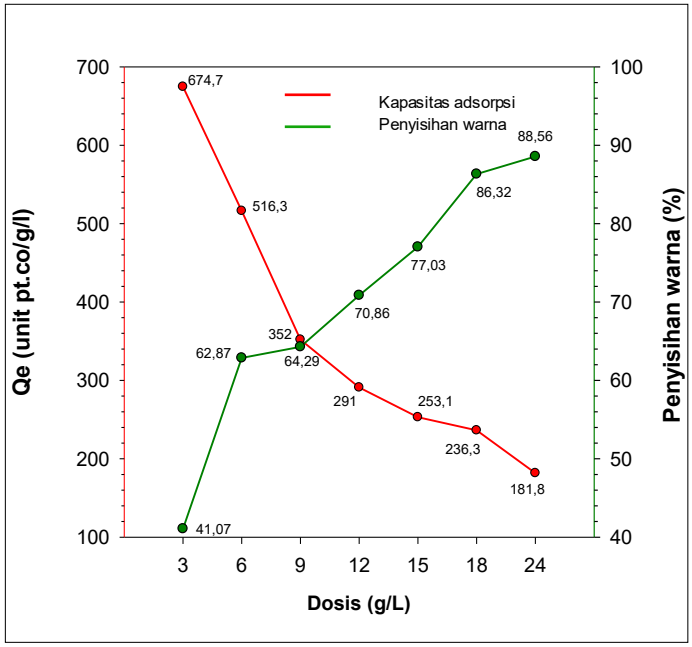


Gambar 1. Gafik pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi untuk kondisi operasi dengan dosis adsorben limbah lumpur-aktif karet 12 g/L dan waktu kontak 390 menit.

Pada penelitian ini di lihat dari puncak grafik tertinggi pH yang menghasilkan penurunan konsentrasi warna tertinggi pada pH 2, yakni larutan dengan kondisi asam dengan persentase penyisihan sebesar 72,08% dan kapasitas adsorpsinya 296 Pt.Co/g/l. Akan tetapi jika dilihat dari segi operasionalnya untuk pH 2 ini kurang efektif karena membutuhkan biaya dan energi lebih untuk pengaturannya pHnya. Sehingga untuk pH optimum pada penelitian ini diambil pada pH 3 dengan persentase penyisihan sebesar 62,13 % dan kapasitas adsorpsinya sebesar 255,2 Pt.Co/g/l. Penelitian Salmariza dkk., (2016) menunjukkan hasil yang sama, penurunan optimum logam Cr (IV) menggunakan adsorben limbah lumpur-aktif karet pada keadaan pH larutan asam yakni pH 2 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 2,075 mg/g. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Hairunnisa (2020) menggunakan adsorben limbah padat lumpur-aktif teraktivasi industri karet mengadsororpsi logam Fe pada pH 3 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,262 mg/g.

3.3 Pengaruh Dosis Adsorben

Dosis adsorben memiliki pengaruh yang cukup besar dalam proses adsorpsi. Dosis adsorben menentukan kuantitas warna yang teradsorpsi. Telah diketahui bahwa semakin luas permukaan suatu adsorben, maka akan semakin besar zat yang akan teradsorpsi. Oleh karena itu ukuran partikel adsorben dibuat seragam sehingga luas permukaan sama yaitu sebesar 60 mesh. Menurut Nurhasni dkk., (2012) semakin banyak massa adsorben maka jumlah partikel dan luas permukaan yang diperlukan untuk adsorbat semakin bertambah dan akan meningkatkan nilai efesiensi adsorpsi. Untuk mengetahui pengaruh massa terhadap adsorpsi maka dilakukan variasi dosis adsorben sebesar 3 g/L, 6 g/L, 9 g/L, 12 g/L, 15 g/L, 18 g/L dan 21 g/L dengan larutan kondisi pH optimum 3. Pengaruh dosis adsorben limbah lumpur-aktif terhadap kapasitas adsorpsi dan penyisihan warna disajikan pada Gambar 3.2.

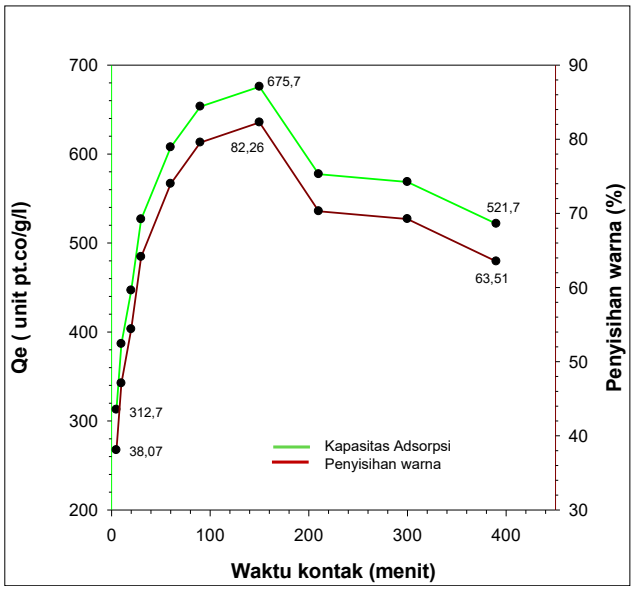


Gambar 2. Pengaruh dosis adsorben limbah lumpur-aktif terhadap Kapasitas Adsorpsi dan Penyisihan warna untuk Kondisi Operasi pH 3 dan Waktu Kontak 390 menit.

Pada Gambar 3.2 menunjukkan adanya pengaruh dosis pada kapasitas adsorpsi dan penyisihan warna oleh adsorben limbah lumpur-aktif karet. Seiring bertambahnya dosis adsorben yang digunakan maka terjadi penurunan kapasitas adsorpsi sedangkan penyisihan warna meningkat. Hal ini disebabkan karena permukaan adsorben menjadi jenuh atau mendekati jenuh terhadap adsorbat. Sesuai dengan pernyataan Wulandari (2018) bila terjadi peningkatan massa (dosis) adsorben, maka akan terjadi peningkatan persentase nilai efesiensi adsorpsi serta adanya penurunan daya adsorpsi. Meningkatnya penyisihan warna seiring dengan bertambahnya dosis terjadi karena semakin banyak adsorben yang berperan dalam proses adsorpsi, sehingga konsentrasi warna yang terlarut akan semakin berkurang. Sedangkan untuk kapasitas penyerapannya menurun dengan bertambahnya dosis adsorben. Hal ini terjadi dikarenakan semakin banyaknya dosis adsorben yang diberikan maka akan membuat proses adsorpsinya semakin berkurang pada adsorben tersebut, sehingga kemampuannya juga menjadi lebih rendah dan kurang efektif. Penyebab dari penurunan yang terjadi diakibatkan dari jumlah adsorben yang besar membuat agegasi partikel dan mengakibatkan penurunan total luas permukaan serta peningkatan difusional yang menyebabkan penurunan jumlah penyerapannya (Hairunnisa, 2020). Pada dosis 3 g/L kapasitas adsorpsi besar namun penyisihan terhadap warna kecil, sedangkan pada dosis 18 g/L sampai 21 g/L menunjukkan kapasitas lebih kecil dan hanya penyisihannya yang menjadi lebih besar, sehingga terdapat banyak ruang kosong pada adsorben. Hal tersebut menunjukkan proses adsorpsi belum maksimal. Pada dosis 9 g/L terlihat memiliki kapasitas dan penyisihan yang sama-sama besar, dengan kapasitas adsorpsinya sebesar 352 Pt.Co/g/l dan persentase penyisihannya sebesar 64,29%, hal tersebut menunjukkan bahwa pada dosis tersebut proses adsorpsi telah maksimal.

3.4 Penentuan Waktu Kontak Optimum

Waktu kontak merupakan salah satu kondisi yang diperlukan untuk mengetahui lamanya proses adsorpsi yang dibutuhkan oleh adsorben untuk mengadsorpsi dengan maksimal. Pada penelitian ini hasil penentuan waktu kontak optimum dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi untuk kondisi operasi dengan pH 3 dan dosis adsorben limbah lumpur-aktif karet 9 g/L.

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi warna yang teradsorpsi mengalami peningkatan dengan semakin lamanya waktu kontak antara adsorben dan adsorbat hingga waktu kesetimbangan (Gambar 3.3). Hal ini sesuai dengan Salmariza dkk., (2016) yang menyatakan bahwa waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik, namun pada kondisi dimana situs aktif sudah jenuh akan terjadi penurunan kapasitas penyerapan. Meningkatnya efesiensi adsorpsi tersebut dikarenakan semakin lama waktu kontak maka semakin banyak warna yang mampu menepati pori-pori arang aktif yang kosong sampai kondisi kesetimbang (Bangun dkk., 2016).

Pada penelitian ini, waktu kontak terbaik diambil dari puncak tertinggi pada grafik (Gambar4.3) yaitu pada waktu 150 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 675,7 Pt.Co/g/l dengan persentase penyisihannya 82,26%. Kemudian terjadi penurunan adsorpsi setelah waktu kontak 150 menit. Hal tersebut disebabkan karena pori-pori arang aktif menjadi jenuh dan kemampuan adsorpsinya pun menurun. Hasil penelitian Mizwar dkk., (2012) mengadsorpsi warna dalam limbah cair sasirangan menggunakan adsorben serbuk tempurung kelapa menghasilkan penyisihan sebesar 36,16% dengan waktu kesetimbangan 60 menit. Penelitian Darmansyah dkk., (2017) menggunakan adsorben limbah padat lumpur aktif industri karet termodifikasi zeolite alam Lampung untuk mengadsorpsi warna menghasilkan penyisihan sebesar 69,43% dengan waktu kesetimbangan 120 menit. Berdasarkan penelitian lain yang menggunakan adsorben yang berbeda menunjukkan penentuan waktu kesetimbangan adsorpsi suatu adsorben berbeda-beda tergantung dari adsorbennya masing-masing.

Penurunan nilai penyisihan warna setelah menit ke 150 disebabkan terjadinya peristiwa desorpsi adsorbat. Menurut supriyanto (2010) desorpsi merupakan suatu peristiwa terlepasnya molekul, ion, atau partikel yang terserap oleh suatu padatan. Desorpsi terjadi apabila proses adsorpsi sudah mencapai titik jenuh dan tidak mampu menyerap adsorbat kembali. Terjadinya desorpsi ini biasanya dipengaruhi oleh adanya faktor luar atau perlakuan yang berbeda terhadap proses adsorpsinya. Faktor dari luar yang kemungkinan terjadi pada penelitian ini sehingga mengakibatkan terjadinya penurnan penyisihan adalah adanya perubahan suhu ruangan yang tidak bisa dipertahankan pada suhu tertentu.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah

1. Karakteristik limbah cair sasirangan Kampung Sasirangan Banjarmasin memiliki konsentrasi warna, BOD, COD dan pH yang belum memenuhi baku mutu, yakni warna sebesar 4928 Pt.Co, BOD sebesar 3800 Mg/L dan COD sebesar 5192 Mg/L, serta nilai pH basa yaitu 11. Sedangkan untuk konsentrasi kandungan logamnya sudah memenuhi baku mutu yaitu sebesar 0,0035 Mg/L untuk Cr, 0,001 untuk Cu Mg/L dan 0,0019 Mg/L untuk Cd.
2. Kondisi operasi terbaik dalam proses adsorpsi warna menggunakan adsorben limbah lumpur – aktif karet adalah pada pH 3, dosis 9 g/L dan waktu kontak 150 menit (2,5 jam).

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, A. A., and Hameed, B. H. (2009). Reduction of COD and Color of Dyeing Effluent From a Cotton Textile Mill by Adsorption Onto Bamboo-based Activated Carbon. *Journal of Hazardous Materials*. Vol 172 (2-3). 1538-1543.

Alvares, A. B. C, Diaper, C., and Parsons, S. A. (2001). Partial Oxidation of Hydrolysed and Unhydrolysed Textile Azo Dyes by Ozone and The Effect on Biodegradability. *Process Safety and Environmental Protection*. Vol 79(2). 103-108

Arlofa, Nina. (2016). Kondisi Optimum Konsentrasi Aktivator Dan Suhu Kalsinasi Karbon Aktif Kulit Durian Sebagai Biosorben Pada Zat Warna Tekstil. *Materi Seminar Nasional Sains dan Teknologi, tanggal 8 November 2016 di Jakarta.* Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. Jakarta.

Arlofa, N. (2016). Kondisi Optimum Konsentrasi Aktivator Dan Suhu Biosorben Pada Zat Warna Tekstil. *Jurnal Kimia Universitas Serang Raya*, *November 2016*, 1–7.

Babu, B. R., Parande, A. K., Raghu, S., and Prem Kumar, T. (2007). Cotton Textile Processing: Waste Generationand Effluent Treatment. *Journal of Cotton Science*. Vol 11. 141–153.

Bhattacharya, A., Naiya, T., Mandal, S., & Das, S. 2008. Adsorption, Kinetics And Equilibrium Studies On Removal Of Cr(VI) From Aqueous Solutions Using Different Low-Cost Adsorbents. *Chemical Engineering Journal. 137*. 529-541.

Bhattacharya, A., Nayna, T., Mandal, S., & Das, s. (2008). Adsorption, Kinetics and Equilibrium Studies on Removal of Cr(VI) from Aqueous Solutions Using Different low-cost Adsorbents. *Chemical engineering journal.* 137. 529-541.

Darmansyah, D., Sanjaya, A., I, F. S., & Ginting, S. B. (2017). Sintesis Adsorben Dari Activated Sludge Industri Karet Termodifikasi Zeolit Alam Lampung (Klipnotilolit) Untuk Pengolahan Limbah Industri Tekstil Batik Lampung Synthesis of Adsorbent from Activated Sludge Rubber Industry Modified Natural Zeolite of Lamp. *Prosiding Dalam Rangka Seminar Nasional Riset Industri Ke 3*, *September*, 173–179.

Erdem, E., Colgecen, G., and Donat. (2005). The Removal of Textile Dyes by Diatomite Earth. *Journal of Colloid and Interface Science*. 282(2). 314-319.

Hairunnisa. (2020). Penyisihan Kadar Logam Fe Air Asam Tambang Menggunakan Adsorben Limbah Padat Lumpur-Aktif Teraktivasi Industri Karet. *Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat*. Banjarbaru.

Hameed, B. H. (2009). Spent tea leaves: A New Non-conventional and Low-cost Adsorbent for Removal of Basic Dye from Aqueous Solutions. *Journal of Hazardous Materials*. Vol 161. No 23. 753–759.

Hardini, R., Risnawati, I., Fauzi, A., dan Noer Komari. (2009). Pemanfaatan Rumput Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) sebagai Biosorben Cr (IV) pada Limbah Industri Sasirangan dengan Metode Teh Celup. *Jurnal Sain dan Terapan Kimia*. Vol 3. No 1. 57-72.

Indriyani, Dewi Yulika. (2014). Penurunan Konsentrasi Krom Pada Limbah Cair Sasirangan Menggunakan Gambut Sebagai Adsorben Dengan Proses Batch. *Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat*. Banjarbaru.

Kalderis, D., Koutoulakis, D., Paraskeva, P., Diamadopoulos, E., Otal, E., del Valle, J. O., and Fernández-Pereira, C. (2008). Adsorption of Polluting Substances on Activated Carbons Prepared From Rice Husk and Sugarcane Bagasse. *Chemical Engineering Journal*. Vol 144 (1). 42-50.

Marsh, H. (1989). *Introduction to Carbon Science*. Butterworths. ISBN 978-0408-03837-9. UK.

Mizwar, A., & Diena, N. N. F. (2012). Penyisihan Warna Pada Limbah Cair Industri Sasirangan Dengan Adsorpsi Karbon Aktif. *Infoteknik*, *13*(1), 11–16. https://doi.org/10.20527/infotek.v13i1.1811.

Mizwar, Andy. (2013). Penyisihan Warna Pada Limbah Cair Sasirangan Dengan Adsorpsi Zeolit Dalam *Fixed-Bed Column*. *Enviro Scienteae* Vol. 9. 1-9.

Nurhasni. (2012). Penggunaan Genjer (Limnocharis Flava) Untuk Menyerap Ion Cadmium, Kromium Dan Tembaga Dalam Air Limbah. *FST UIN Syarif Hidayatullah*. Jakarta.

Pinheiro, H. M., Touraud, E., and Thomas, O. (2004). Aromatic Amines from Azo Dye Reduction: Status Review With Emphasis on Direct UV Spectrophotometric Detection in Textile Industry Wastewaters. *Dyes and Pigments*, Vol. 61. No 2. 121 – 139.

Putra, M.R.A. (2011). *Analisis Peranan Industri Kain Sasirangan Terhadap Perekonomian Kota Banjarmasin dan Strategi Pengembangannya*. Tesis. Departemen Ilmu Ekonomi Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Salmariza, S., Mardiati, M., Mawardi, M., Sofyan, S., Ardinal, A., & Purnomo, Y. (2016). Adsorbsi Ion Cr (VI) Menggunakan Adsorben dari Limbah Padat Lumpur Aktif Industri Crumb Rubber. *Jurnal Litbang Industri*, *6*(2), 135. https://doi.org/10.24960/jli.v6i2.1596.135-145.

Syafalni, S., Abustan, I., Dahlan, I., Wah, C.K., and Umar, G. (2012). Treatment of Dye Wastewater Using Granular Activated Carbon and Zeolite Filter. *Modern Applied Science*. Vol 6. No 2. 37-51.

Wulandari, D.A. (2018). *Adsorpsi Logam Krom (Cr) Terhadap Karbon Aktif Serbuk Kayu Ulin (KA-SKU) Dengan Sistem Batch Satu Tahap: Pengaruh pH, Waktu Kontak dan Dosis*. Laporan Penelitian Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.