

ANALISA KEMAMPUAN PENYERAPAN BUBUR KERTAS (PULP) DARI KERTAS BEKAS SEBAGAI ADSORBENT ZAT WARNA REAKTIF DAN LOGAM BERAT (Cu dan Fe) DARI LIMBAH CAIR TEKSTIL DENGAN ADSORBER VERTIKAL

ANALYSIS OF THE ABSORPTION ABILITY OF PAPER (PULP) FROM USED PAPER AS ADSORBENT OF REACTIVE COLOR AND HEAVY METALS (Cu and Fe) FROM TEXTILE WASTE WITH VERTICAL ADSORBER

Agusdin¹⁾, Indah Agus Setiorini²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Pengolahan Migas Politeknik Akamigas Palembang, 30257, Indonesia
 Corresponding Author E-mail: agusdin@pap.ac.id dan indahagussetiorini_sukarman@yahoo.co.id

Abstract: The textile waste treatment system is still relatively expensive so other alternatives are still needed that can be used at a lower cost. One method that was developed to reduce the color content and also effective to reduce the content of metals in water is the adsorption method. Used newspaper is a source of cellulose and has the potential to be used as a heavy metal adsorbent. From the results of the analysis we can see that used newspapers have the potential to be developed as an alternative to heavy metal adsorbents. The analysis results obtained show that the longer the contact time given, the smaller Cu^{2+} and Fe^{2+} concentrations where the Cu^{2+} value is 0.76 gr / L and the value of Fe^{2+} 0.95 gr / L at 120 minutes contact time and the largest Fe^{2+} concentration value is 4.35 gr / L at contact time was 60 minutes and the largest concentration of Cu^{2+} was 8.74 g / L. For the best Cu^{2+} removal percent value is 96.2% at 120 minutes contact time and for the best Fe^{2+} removal percent is 95.25%.

Keywords: Adsorption, Adsorbent, Textile Liquid Waste

Abstrak: Sistem pengolahan limbah tekstil masih relatif mahal sehingga masih diperlukan alternatif-alternatif lain yang dapat digunakan dengan biaya yang lebih murah. Salah satu cara yang dikembangkan untuk menurunkan kadar warna dan juga efektif untuk menurunkan kandungan logam dalam air adalah metode adsorpsi. Kertas koran bekas merupakan salah satu sumber selulosa dan memiliki potensi untuk digunakan sebagai Adsorbent logam berat. Dari hasil analisa yang dilakukan dapat kita lihat bahwa kertas koran bekas memiliki potensi untuk di kembangkan menjadi salah satu alternatif Adsorbent logam berat. Hasil analisa yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak yang diberikan maka konsentrasi Cu^{2+} dan Fe^{2+} semakin kecil dimana nilai Cu^{2+} adalah 0,76 g/L dan nilai Fe^{2+} 0,95 g/L pada waktu kontak 120 menit dan nilai konsentrasi Fe^{2+} terbesar didapat 4,35 g/L pada waktu kontak 60 menit dan konsentrasi Cu^{2+} terbesar didapat 8,74 g/L. Untuk nilai % removal Cu^{2+} terbaik yaitu 96,2% pada waktu kontak 120 menit dan untuk % removal Fe^{2+} terbaik yaitu 95,25 %.

Kata kunci : Adsorpsi, Adsorbent, Limbah Cair Tekstil

1. PENDAHULUAN

Limbah cair dari Industri tekstil merupakan salah satu limbah industri yang mengandung bahan organik yang tinggi. Limbah tekstil yang ada di Palembang ini pada umumnya berasal dari proses pengkajian, proses penghilangan kanji, penggelantangan, pemasakan, merserisasi, pewarnaan, pencetakan dan proses penyempurnaan kapas. Rangkaian proses pembuatan tekstil tersebut menghasilkan zat pewarna reaktif serta logam berat seperti *Cuprum* dan *Ferro* sehingga membuat warna air menjadi lebih keruh. Sistem pengolahan limbah tekstil masih relatif mahal sehingga masih diperlukan alternative-

alternatif lain yang dapat digunakan dengan biaya yang lebih murah. Salah satu cara yang dikembangkan untuk menurunkan kadar warna dan juga efektif untuk menurunkan kandungan logam dalam air adalah metode adsorpsi.

Adsorben yang paling potensial adalah karbon aktif sebab memiliki luas permukaan yang tinggi sehingga kemampuan adsorpsinya besar. Karbon aktif merupakan adsorben terbaik dalam sistem adsorpsi, karena karbon aktif memiliki luas permukaan yang besar dan daya adsorpsi yang tinggi sehingga pemanfaatannya dapat optimal. Pada umumnya karbon aktif dapat dibuat dengan menggunakan batubara dan material yang

mengandung ligno selulosa sebagai bahan baku. Sumber selulosa yang dapat digunakan diantaranya adalah sisa-sisa produk pertanian dan hasil hutan, kertas bekas, dan limbah industri (Yoan Theasy,dkk. 2016).

Karbon aktif merupakan media yang umum digunakan dan salah satunya adalah media batubara. Karbon aktif sebagai *adsorbent* telah banyak digunakan dalam pengolahan air. Sumber karbon dikonversi menjadi karbon aktif dengan menggunakan pemanasan yang tinggi, tanpa atau dengan sedikit udara. Namun karbon aktif masih merupakan material yang mahal dan apabila diinginkan kualitas yang tinggi maka akan menaikkan biayanya pula. Selain itu karbon aktif lebih banyak digunakan untuk adsorpsi komponen organik daripada logam berat.

Sehingga akhir-akhir ini banyak dikembangkan *adsorbent* alternatif yang sifatnya *low-cost* atau berbiaya murah namun memiliki keunggulan yang mirip dengan karbon aktif. Salah satunya adalah mengembangkan *bio-adsorbent* yang berasal dari selulosa. Selulosa merupakan material yang ketersediaannya melimpah dan dapat diperbaharui. Dibandingkan polimer sintetik, selulosa merupakan biopolimer alami, sehingga lebih mudah terdekomposisi oleh lingkungan. Selain itu, selulosa mempunyai potensi yang cukup signifikan karena kemampuan adsorpsinya. Mardiah dan Rifan Fathoni (2016), telah melakukan penelitian yakni menggunakan *adsorbent* yang berasal dari *pulp* bambu dan serbuk gergaji yang diwarnai dengan monochlorotriazine, *adsorbent* tersebut mampu mengurangi kadar logam Cu^{2+} , Pb^{2+} , Hg, Fe^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} dan Ni^{2+} . Kertas koran bekas merupakan salah satu sumber selulosa dan memiliki potensi untuk digunakan sebagai *adsorbent* logam berat. Oleh karena itu, dari paparan di atas kertas koran bekas memiliki potensi untuk di kembangkan menjadi salah satu alternatif *adsorbent* logam berat.

Berdasarkan hal tersebut penulis bermaksud melakukan penelitian pemanfaatan bubur kertas koran sebagai *adsorbent* zat warna reaktif dan logam berat dari limbah cair

tekstil dengan adsorber vertikal, sehingga diharapkan pada saat air limbah yang dimasukan kedalam adsorber yang telah diisi dengan *adsorbent* dapat menyaring kandungan zat warna reaktif dan logam berat yang terdapat dalam air limbah.

2. TEORI DASAR

2.1 Material

Metode adsorpsi dengan menggunakan *adsorbent* hanya memerlukan biaya yang rendah. Teknik ini paling potensial untuk pengolahan air limbah tekstil karena metode ini mampu menghilangkan zat organik pada polutan air secara efisien dan bersifat ekonomis. Adsorpsi adalah suatu proses penyerapan yang terjadi pada suatu bidang permukaan. Secara khusus adsorpsi merupakan proses pemisahan secara selektif terhadap suatu komponen atau zat pengotor (*impurity*) yang terkandung dalam fluida dengan cara mengkontakkan fluida tersebut dengan *adsorbent* padatan.

Adsorpsi *solute* oleh *solid* melibatkan keberadaan kondisi setimbang antara jumlah zat yang teradsorb pada permukaan *solid* dan konsentrasi zat tersebut dalam larutan. Adsorpsi merupakan metode pemurnian yang banyak digunakan dalam industri minyak dan industri tekstil karena metode ini dinilai efektif dalam menghilangkan zat warna. Proses penghilangan zat warna ini sangat bergantung kepada jenis *adsorbent* yang digunakan. Pada proses adsorpsi terjadi perpindahan massa dari fluida (dapat berupa fasa gas atau cairan) ke fasa padatan.

Solute yang terserap pada permukaan padatan disebut dengan *adsorbat* sedangkan padatan penyerap disebut dengan *adsorbent*. Aspek yang paling penting dalam proses adsorpsi adalah pemilihan jenis *adsorbent*. *Adsorbent* merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase *fluida*. Kebanyakan *Adsorbent* adalah bahan-bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel itu.

2.2 Proses-proses Pemisahan

Proses pemisahan terdiri dari beberapa macam proses, yaitu :

1. Filtrasi

Filtrasi atau penyaringan merupakan metode pemisahan untuk memisahkan zat padat dari cairannya dengan menggunakan alat berpori (penyaring). Dasar pemisahan metode ini adalah perbedaan ukuran partikel antara pelarut dan zat terlarutnya. Penyaring akan menahan zat padat yang mempunyai ukuran partikel lebih besar dari pori saringan dan meneruskan pelarut. Proses filtrasi yang dilakukan adalah bahan harus dibuat dalam bentuk larutan atau berwujud cair kemudian disaring. Hasil penyaringan disebut filtrat sedangkan sisa yang tertinggal dipenyaring disebut ampas (*residu*).

Metode ini dimanfaatkan untuk membersihkan air dari sampah pada pengolahan air, menjernihkan preparat kimia di laboratorium, menghilangkan pengotor (*pyrogen*) pada air suntik injeksi dan obat-obat injeksi, dan membersihkan sirup dari kotoran yang ada pada gula. Penyaringan di laboratorium dapat menggunakan kertas saring dan penyaring *buchner*. Penyaring *buchner* adalah penyaring yang terbuat dari bahan kaca yang kuat dilengkapi dengan alat penghisap.

2. Sublimasi

Sublimasi merupakan metode pemisahan campuran dengan menguapkan zat padat tanpa melalui fase cair terlebih dahulu sehingga kotoran yang tidak menyublim akan tertinggal bahan-bahan yang menggunakan metode ini adalah bahan yang mudah menyublim, seperti kamper dan iod.

3. Kristalisasi

Kristalisasi merupakan metode pemisahan untuk memperoleh zat padat yang terlarut dalam suatu larutan. Dasar metode ini adalah kelarutan bahan dalam suatu pelarut dan perbedaan titik beku. Kristalisasi ada dua cara, yaitu kristalisasi penguapan dan kristalisasi pendinginan.

Contoh proses kristalisasi dalam kehidupan sehari-hari adalah pembuatan garam dapur dari air laut. Mula-mula air laut ditampung dalam suatu tambak, kemudian dengan bantuan sinar matahari dibiarkan

menguap. Setelah proses penguapan, dihasilkan garam dalam bentuk kasar dan masih bercampur dengan pengotornya, sehingga untuk mendapatkan garam yang bersih diperlukan proses rekristalisasi (pengkristalan kembali). Contoh lain adalah pembuatan gula putih dari tebu, batang tebu dihancurkan dan diperas untuk diambil sarinya, kemudian diuapkan dengan penguap hampa udara sehingga air tebu tersebut menjadi kental, lewat jenuh, dan terjadi pengkristalan gula. Kristal ini kemudian dikeringkan sehingga diperoleh gula putih atau gula pasir.

4. Distilasi

Distilasi merupakan metode pemisahan untuk memperoleh suatu bahan yang berwujud cair yang tercemar oleh zat padat atau bahan lain yang mempunyai titik didih yang berbeda. Dasar pemisahan adalah titik didih yang berbeda. Bahan yang dipisahkan dengan metode ini adalah bentuk larutan atau cair, tahan terhadap pemanasan dan perbedaan titik didihnya tidak terlalu dekat. Proses pemisahan yang dilakukan adalah bahan campuran dipanaskan pada suhu diantara titik didih bahan yang diinginkan. Pelarut bahan yang diinginkan akan menguap, uap dilewatkan pada tabung pengembun (kondensor). Uap yang mencari ditampung dalam wadah. Bahan hasil pada proses ini disebut distilat, sedangkan sisanya disebut *residu*. Contoh distilasi adalah proses penyulingan minyak bumi, pembuatan minyak kayu putih dan memurnikan air minum.

5. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan metode pemisahan dengan melarutkan bahan campuran dalam pelarut yang sesuai. Dasar metode pemisahan ini adalah kelarutan bahan dalam pelarut tertentu.

6. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan metode pemisahan untuk membersihkan suatu bahan dari pengotornya dengan cara penarikan bahan pengadsorpsi secara kuat sehingga menempel pada permukaan bahan pengadsorpsi secara kuat sehingga menempel pada permukaan bahan pengadsorpsi. Penggunaan metode ini

dipakai untuk memurnikan air dari kotoran renik atau mikroorganisme, memutihkan gula yang berwarna coklat karena terdapat kotoran.

7. Kromatografi

Kromatografi adalah cara pemisahan berdasarkan perbedaan kecepatan perambatan pelarut pada suatu lapisan zat tertentu. Dasar pemisahan metode ini adalah kelarutan dalam pelarut tertentu, daya adsorpsi oleh bahan penyedap, dan volatilitas (daya penguapan). Contoh proses kromatografi sederhana adalah kromatografi kertas untuk memisahkan tinta.

2.3 Adsorpsi

Fenomena adsorpsi banyak mendapat perhatian para peneliti, baik dari sudut pandang aplikasi maupun pengembangan lanjutan tentang mekanisme dan perilaku adsorpsi suatu sistem. Dalam kaitannya dengan zat-zat yang tidak diinginkan, misalnya pada pengolahan air limbah, teknik adsorpsi dipandang lebih unggul dibanding dengan metode pengolahan air limbah lainnya. Suatu keuntungan utama sistem adsorpsi adalah investasinya yang rendah, tidak ada efek samping zat beracun, serta mampu menghilangkan bahan-bahan organik lebih baik dibandingkan dengan perlakuan secara biologi konvensional. Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan bahan dari campuran gas atau cairan, bahan harus dipisahkan ditarik oleh permukaan adsorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan tersebut.

Sesuai dengan jenis ikatan terdapat antara bahan yang diadsorpsi dan adsorbennya, maka adsorpsi dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi fisis dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisis atau sering disebut adsorpsi *Van der Walls* terjadi karena adanya gaya interaksi antara molekul yang lemah sehingga bersifat *reversible*. Kesetimbangan yang dicapai adsorpsi fisis berlangsung dengan cepat karena tidak melibatkan energi aktivasi dan banyaknya yang teradsorpsi dapat berupa lapisan *monolayer*. Panas adsorpsi kecil, kurang dari 10 kkal/mol. Sifat adsorpsi kimia lebih spesifik dari pada adsorpsi fisis karena adsorpsi kimia membutuhkan energi aktivasi

untuk membentuk ikatan antara adsorbat dan adsorben. Adsorpsi kimia relatif lambat, tidak mudah balik dan hanya membentuk lapisan *monolayer* pada permukaan. Dalam keadaan nyata, fenomena adsorpsi merupakan kombinasi dari adsorpsi kimia dan fisis.

2.4 Jenis Adsorpsi

Adsorpsi ada dua jenis, yaitu adsorpsi fisis dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisis (*physisorption*) terjadi karena gaya *Van der Walls* dimana ketika gaya tarik molekul antara larutan dan permukaan media lebih besar dari pada gaya tarik substansi terlarut dan larutan, maka substansi terlarut akan diadsorpsi oleh permukaan media.

1. Adsorpsi fisis (*physisorption*)

Physisorption ini memiliki gaya tarik *Van der Walls* yang kekuatannya relatif kecil. Molekul terikat sangat lemah dan energi yang dilepaskan pada adsorpsi fisis relatif rendah sekitar 20 kJ/mol. Contoh: adsorpsi oleh arang aktif. Aktivasi arang aktif pada temperatur yang tinggi akan menghasilkan struktur berpori dan luas permukaan adsorpsi yang besar. Semakin besar luas permukaan, maka semakin banyak substansi terlarut yang melekat pada permukaan adsorpsi.

2. Adsorpsi kimia (*chemisorption*)

Chemisorption terjadi ketika terbentuknya ikatan kimia antara substansi terlarut dalam larutan dengan molekul dalam media. *Chemisorption* terjadi diawali dengan adsorpsi fisis, yaitu partikel-partikel adsorbat mendekat ke permukaan adsorben melalui gaya *Van der Walls* atau melalui ikatan hidrogen. Dalam adsorpsi kimia partikel melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia (biasanya ikatan kovalen), dan cenderung mencari tempat yang memaksimalkan bilangan koordinasi dengan substrat. Contoh : *ion exchange*

2.5 Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya pH sistem, rasio massa *adsorbent* dengan *adsorbat*, suhu adsorpsi, waktu adsorpsi, konsentrasi *adsorbat*, sifat *adsorbent* dan sifat serapannya.

Agar diperoleh daya adsorpsi yang tinggi, maka perlu ditentukan kondisi optimum proses adsorpsi terlebih dahulu, misalnya menentukan pH optimum, waktu adsorpsi.

2.5.1 Sifat Adsorbent

Arang aktif merupakan Adsorbent adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen (bersifat non polar). Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Selain itu, jumlah atau dosis arang aktif yang digunakan, juga diperhatikan.

2.5.2 Sifat Serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh arang aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan.

2.5.3 Temperatur

Tidak ada peraturan umum yang bisa diberikan mengenai temperatur yang digunakan dalam adsorpsi. Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas termal senyawa serapan.

2.5.4 pH (Derajat Keasaman)

Untuk asam-asam organik adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan, yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

2.5.5 Massa Adsorbent dengan Adsorbat

Rasio massa *adsorbent* tidak boleh kurang dari banyaknya *adsorbat* yang akan diserap karena proses adsorpsi juga dipengaruhi oleh luas permukaan dari *adsorbent*.

2.5.6 Waktu Adsorpsi

Waktu kontak antara *adsorbent* dengan *adsorbat* juga berpengaruh terhadap proses penyerapan, karena semakin lama waktu kontak antara *adsorbent* dengan *adsorbat* kemungkinan *adsorbat* yang terserap akan semakin banyak.

2.5.7 Konsentrasi Adsorbat

Apabila konsentrasi *Adsorbat* pekat maka proses penyerapan yang berlangsung juga akan semakin sulit. Selain itu, faktor lain yang dapat menyebabkan hasil adsorpsi kurang maksimal, yaitu adanya kandungan logam berat di dalam *adsorbent* itu sendiri sehingga proses penyerapan logam pada adsorbat terhambat dan *adsorbent* telah mengalami kejenuhan.

Salah satu limbah industri tekstil adalah limbah pewarna yang tidak terserap sempurna. Apabila pembuangan air limbah ini kurang tepat, maka akan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Pewarna sintetik, padatan tersuspensi dan zat organik terlarut merupakan bahan berbahaya yang sering ditemukan dalam limbah tekstil. Selain adanya warna yang tidak diinginkan dari limbah tekstil, beberapa pewarna dapat terdegradasi dan menghasilkan produk karsinogenik dan beracun. Selain itu, limbah yang berwarna berpotensi mengurangi masuknya cahaya matahari dan mencegah fotosintesis. Hal ini akan berakibat menurunnya kualitas perairan disekitar industri, dan makhluk hidup yang tinggal di dalamnya akan mati karena kekurangan O₂ atau terkontaminasi oleh bahan beracun. (Widjajanti, 2011).

Beberapa cara pengolahan limbah konvensional telah banyak dilakukan, misalnya dengan cara klorinasi, pengendapan dan penyerapan oleh karbon aktif, kemudian lumpur (*sludge*) yang terbentuk dibakar atau diproses secara mikrobiologi. Pembakaran *sludge* memicu terbentuknya senyawa klorooksida, penggunaan karbon aktif hanya menyerap pencemar organik non-polar dengan berat molekul rendah, sedangkan senyawa non polar dengan berat molekul tinggi tidak tereliminasi. Proses mikrobiologi hanya menguraikan senyawa *biodegradable*, sedangkan senyawa *non-biodegradable* tetap

berada dalam *sludge* yang akan kembali ke lingkungan. Salah satu pencemar organik yang bersifat *non biodegradable* adalah pewarna tekstil, terutama pewarna yang mengandung gugus azo, misalnya metil merah dan metil jingga.

2.6 Zat Warna Tekstil

Zat warna tekstil adalah semua zat berwarna yang mempunyai kemampuan untuk diserap oleh serap tekstil dan mudah dihilangkan kembali. Suatu zat dapat berlaku sebagai zat warna apabila mempunyai gugus yang dapat menimbulkan warna (kromofor) dan dapat mengadakan ikatan dengan serat tekstil.

Zat warna tekstil umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzena (senyawa organik berwarna yang merupakan senyawa aromatik). Diketahui bahwa gugus benzena sangat sulit didegradasi, walaupun dimungkinkan dibutuhkan waktu yang lama. Senyawa azo bila terlalu lama berada di lingkungan, akan menjadi sumber penyakit karena sifatnya karsinogen dan mutagenik. Karena itu perlu dicari alternatif efektif untuk menguraikan limbah tersebut. Pengolahan limbah pewarna pada tekstil sulit dilakukan karena struktur aromatik pada zat warna yang sulit dibiodegradasi, khususnya zat warna reaktif karena terbentuknya ikatan kovalen yang kuat antara atom C dari zat warna dengan atom O, N atau S dari gugus hidroksi, amina atau thiol dari polimer.

Dahulu kala zat-zat warna bersumber dari zat warna alami yang di ekstrak dari tumbuhan dan produk hewani. Variasi warna dari zat alam makin sedikit, maka dibuat berbagai zat warna sintetis yang hingga saat ini sering digunakan pada industri. Suatu senyawa dapat dikatakan sebagai zat warna bila senyawa tidak luntur atau dapat terikat kuat pada suatu materi yang berwarna, misalnya kain. Proses timbulnya warna adalah akibat adanya adsorpsi radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang tertentu pada spektrum sinar tampak oleh suatu zat.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Langkah-langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu:

Tahap pertama adalah pembuatan adsorben dari kertas koran bekas. Kertas koran yang sudah tidak digunakan lagi direduksi ukurannya, kemudian dilarutkan dalam larutan natrium hidroksida. Kemudian kertas koran bekas disaring dengan menggunakan kertas saring *whatman* 41 dan dicuci dengan *aquadest* hingga pH-nya 6,5-7. Setelah itu, dikeringkan di dalam *oven* dan direduksi ukurannya. *Adsorbent* yang diperoleh dari tahap pertama kemudian dilanjutkan penggunaannya pada tahap kedua yakni tahap adsorpsi.

Tahap kedua, pada tahap ini parameter yang diujikan adalah dosis *adsorbent*, lamanya waktu kontak, dan jenis larutan yang akan digunakan, yaitu: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. *Adsorbent* dengan dosis yang telah ditentukan 0,05; 0,1; 0,25; 0,5 dan 1 gram, dimasukkan ke dalam 50 ml larutan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi 20 mg/l selama waktu 120 menit. Untuk mengetahui pengaruh waktu kontak terhadap proses adsorpsi, digunakan dosis 1 gram *adsorbent* dengan waktu kontak 30, 60 dan 120 menit. Kemudian setelah adsorpsi selesai, larutan disaring dengan kertas saring *whatman* 41 dan dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS).

Persen *removal* Cu (II) dan Fe (II) serta kapasitas adsorpsi, dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Mardiah, 2016):

$$\% \text{ removal} = \frac{C_i - C_e}{C_i} \times 100$$

Kapasitas adsorpsi :

$$q_e = \frac{C_i - C_e}{m} \times V$$

Dimana:

C_i = konsentrasi awal Cu atau Fe (mg/l)

C_e = konsentrasi akhir Cu atau Fe (mg/l)

- q_e = Cu atau Fe yang teradsorpsi oleh *adsorbent* (mg/g)
- V = total volume larutan (liter)
- m = dosis *adsorbent* (g)

3.2 Adsorpsi Isoterm Langmuir

Mode pendekatan adsorpsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah adsorpsi isoterm Langmuir. Variabel yang digunakan adalah adsorbent kertas koran seberat 0,05 gram dan waktu kontak 30, 60 dan 120 menit.

Model persamaan Langmuir dalam bentuk konsentrasi sebagai berikut:

$$q = \frac{QbC}{1 + bC}$$

Dimana q adalah massa *adsorbat* yang teradsorpsi persatuan massa *adsorbent* (mg/g), Q merupakan kapasitas adsorpsi (mg/g), C adalah konsentrasi *adsorbat* dalam larutan dan b adalah konstanta kesetimbangan.

Model adsorpsi dari Langmuir dapat dinyatakan dalam bentuk linier:

$$\frac{C}{q} = \frac{1}{Qb} + \frac{C}{Q}$$

Dimana Q dan b adalah konstanta, dan harganya diperoleh dari *ploting* grafik C/q vs C . Persamaan tersebut merupakan garis lurus dengan *slope* Q dan *intercept* Qb .

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil uji dan analisa yang telah dilakukan maka dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Hasil Uji Sampel dari Pengaruh Konsentrasi Cu^{2+} terhadap Variasi Waktu Kontak

Konsentrasi Awal Cu^{2+}						
Waktu Kontak (menit)	Massa Adsorben (gram)					
	0	0,05	0,1	0,25	0,5	1
0	20	20	20	20	20	20
30	20	8,74	8,25	8,12	6,12	7,23
60	20	4,64	2,86	1,08	1,18	2,08
120	20	1,82	1,05	0,85	1,08	0,76

Tabel 4.2 Data Hasil Uji % Removal Cu^{2+} dari Sampel terhadap Variasi Waktu Kontak

Nilai % Removal						
Waktu Kontak (menit)	Massa Adsorben (gram)					
	0	0,05	0,1	0,25	0,5	1
0	20	20	20	20	20	20
30	0	56,3	58,75	59,4	69,4	63,85
60	0	76,8	85,7	94,6	94,1	89,6
120	0	90,9	94,75	95,75	94,6	96,2

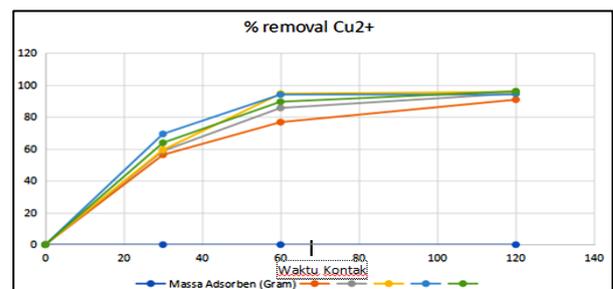
Tabel 4.3 Data Hasil Uji Sampel dari Pengaruh Konsentrasi Fe^{2+} terhadap Variasi Waktu Kontak

Konsentrasi Awal Fe^{2+}						
Waktu Kontak (menit)	Massa Adsorben (gram)					
	0	0,05	0,1	0,25	0,5	1
0	20	20	20	20	20	20
30	20	4,27	4,12	4,11	2,86	3,63
60	20	4,35	3,76	2,14	1,18	1,21
120	20	2,77	2,12	3,17	1,11	0,95

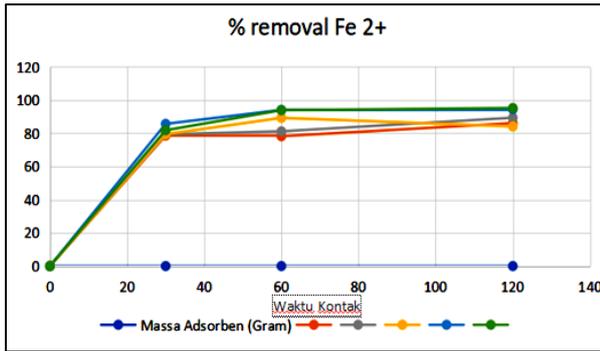
Tabel 4.4 Data Hasil Uji % Removal Fe^{2+} dari Sampel terhadap Variasi Waktu Kontak

Nilai % Removal						
Waktu Kontak (menit)	Massa Adsorben (gram)					
	0	0,05	0,1	0,25	0,5	1
0	20	20	20	20	20	20
30	0	78,65	79,4	79,45	85,7	81,85
60	0	78,25	81,2	89,3	94,1	93,95
120	0	86,15	89,4	84,15	94,45	95,25

4.2 Pembahasan



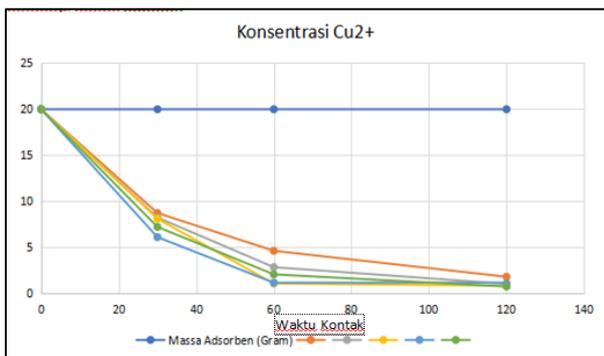
Gambar 4.1 Grafik Hubungan % Removal Cu^{2+} yang Dihasilkan terhadap Waktu Kontak



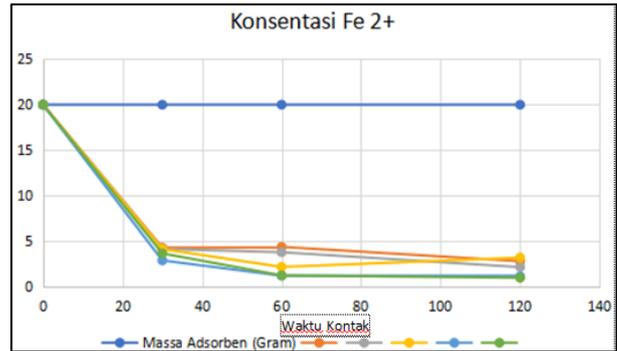
Gambar 4.2 Grafik Hubungan % *Removal* Fe²⁺ yang Dihasilkan terhadap Waktu Kontak

Berdasarkan tabel 4.1 dan 4.2 dapat dilihat bahwa semakin besar waktu kontak yang diperlukan maka semakin besar juga % *removal* yang dihasilkan. Hal tersebut terjadi karena lamanya waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat menjadi lebih baik. Namun, Pada analisa di atas dapat dilihat bahwa pada setiap waktu kontak terdapat beberapa penurunan yang tidak signifikan. Kemungkinan-kemungkinan yang menyebabkan mengapa penurunan mengalami perbedaan yang tidak signifikan tersebut karena kesalahan pada saat pengadukan dan kecepatan pengadukan..

Berikut adalah grafik hubungan konsentrasi Cu²⁺ dan Fe²⁺ yang dihasilkan terhadap waktu kontak :



Gambar 4.3. Grafik Hubungan Konsentrasi Cu²⁺ yang Dihasilkan terhadap Waktu Kontak



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Konsentrasi Fe²⁺ yang Dihasilkan terhadap Waktu Kontak

Berdasarkan tabel 4.3 dan 4.4 dapat dilihat bahwa semakin besar waktu kontak yang diperlukan, maka semakin kecil konsentrasi Cu²⁺ dan Fe²⁺ yang dihasilkan pada sampel yang telah diadsorpsi. Hal tersebut terjadi karena lamanya waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat menjadi lebih baik. Namun, pada analisa di atas dapat dilihat bahwa pada setiap waktu kontak terdapat beberapa penurunan yang tidak signifikan. Kemungkinan - kemungkinan yang menyebabkan mengapa penurunan mengalami perbedaan yang tidak signifikan tersebut karena kesalahan pada saat titrasi, pengadukan dan kecepatan pengadukan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sistem pengolahan limbah tekstil masih relatif mahal sehingga masih diperlukan alternatif-alternatif lain yang dapat digunakan dengan biaya yang lebih murah. Salah satu cara yang dikembangkan untuk menurunkan kadar warna dan juga efektif untuk menurunkan kandungan logam dalam air adalah metode adsorpsi. Kertas koran bekas merupakan salah satu sumber selulosa dan memiliki potensi untuk digunakan sebagai *adsorbent* logam berat. Dari hasil analisa yang dilakukan dapat kita lihat bahwa kertas koran bekas memiliki potensi untuk dikembangkan

menjadi salah satu alternatif *adsorbent* logam berat.

5.1 Saran

Disarankan perlu melakukan penggunaan adsorben lain selain kertas koran bekas sebagai penyerap misalnya kertas tanpa adanya tulisan atau kertas putih polos tanpa tinta.

DAFTAR PUSTAKA

Mardiah; Rifan Fatoni. 2016. *Adsorpsi Logam Cu (II) dan Fe (II) Menggunakan Kertas Koran Bekas*. Jurnal Integrasi Proses Vol. 6, No. 2 (Desember 2016) 89 - 94.

Yoan Theasy,dkk. 2016. *Adsorpsi Limbah Pewarna Tekstil Menggunakan Karbon Dari Kertas Koran*. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXX HFI Jateng & DIY, Salatiga 28 Mei 2016,ISSN : 0853-0823

Widjajanti, Endang, dkk. 2011. *Pola Adsorpsi Zeolit Terhadap Pewarna Azo Metil Merah Dan Metil Jingga*, Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 14 Mei 2011

