

# **PENURUNAN WARNA LIMBAH CAIR INDUSTRI PENCELUPAN TEKSTIL DENGAN MENGGUNAKAN ADSORBEN ARANG SEKAM PADI**

## **COLOR REMOVAL OF TEXTILE INDUSTRY WASTEWATER USING ACTIVATED CARBON OF RICE HUSK**

**Harmin Sulistiyaning Titah, dan I Made Padang**  
**Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-ITS, Surabaya**  
**email : harmin\_st@its.ac.id**

### **Abstrak**

Salah satu bentuk proses pengolahan air limbah secara fisik-kimia adalah adsorpsi. Pada pada proses adsorpsi digunakan adsorben untuk menyerap adsorbat. Sekam padi sebagai hasil sampingan pengolahan padi belum dimanfaatkan dengan baik. Sekam padi dengan kandungan karbon dan SiO<sub>2</sub> yang tinggi merupakan bahan yang baik untuk menghasilkan arang, Pemanfaatan sekam padi sebagai adsorben dengan menggunakan NaOH sebagai bahan aktifator untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi dari arang yang dihasilkan. Untuk mengetahui kemampuan dari sekam padi dilakukan uji secara *batch* dengan variasi konsentrasi adsorben dan kecepatan agitasi dalam menurunkan warna limbah pencelupan tekstil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penurunan warna tertinggi dengan adsorben sekam padi pada konsentrasi 100 mg/l sebesar 23 %.

Kata kunci: adsorpsi, aktifator, sekam padi, batch reactor, agitasi.

### **Abstract**

One of the physical-chemical wastewater treatment processes is adsorption. In the adsorption process adsorbent is used for adsorb the adsorbate. Rice husk has high concentrations of carbon and SiO<sub>2</sub>. Both elements are good materials to produce charcoal. In this research rice husk was prepared as adsorbent using NaOH as an activator for increasing the adsorption capacity of the active carbon being produced. In order to determine about adsorbition efficiency of the rice husk, this research was performed by applying three variations of adsorbent concentrations and agitation speeds in the batch reactors for color removal of the textile industry wastewater. Efficiency of the color removal was 23% with a dosage of 100 mg/l.

Keywords: adsorption, activator, rice husk, batch reactor, agitation.

## **1. PENDAHULUAN**

Pertumbuhan industri tekstil/garmen yang pesat di Pulau Bali tentu membawa perubahan yang baik terutama dalam menambah devisa negara. Di samping itu penyerapan tenaga kerja yang cukup banyak sehingga dapat mengurangi angka jumlah pengangguran. Namun tanpa disadari dengan meningkatnya industri tersebut membawa dampak yang sangat buruk bagi kualitas lingkungan terutama pada kondisi lingkungan badan air. Karena sebagian besar industri tersebut tidak melakukan pengolahan terhadap air buangnya melainkan langsung membuang ke badan air sekitarnya. Pembuangan limbah yang dilakukan secara langsung oleh para pelaku industri pencelupan tekstil menyebabkan terjadinya

pencemaran terhadap badan air, karena melalui hasil pengamatan langsung di lapangan kondisi air limbah yang dibuang masih berwarna pekat dan berbau. Limbah yang dihasilkan secara langsung dibuang ke badan air tanpa adanya pengolahan awal, meskipun memiliki pengolahan, namun prosesnya tidak sempurna dan sederhana hanya diendapkan dalam bak pengendap selama 12-24 jam yang selanjutnya dibuang ke badan air dalam kondisi warna yang pekat dan berbuih.

Meskipun dalam beberapa standar baku mutu lingkungan, khususnya standar baku mutu lingkungan berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Bali No 515 tahun 2000, tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Industri Tekstil tidak dicantumkan parameter warna dengan batasan

yang jelas, akan tetapi warna merupakan indikator pencemaran terhadap suatu badan air, selain itu akan mengurangi penampilan air dari segi estetika. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 18/1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), industri tekstil merupakan industri yang berpotensi menghasilkan limbah B3. Untuk mengurangi kondisi pencemaran yang terjadi, maka perlu dilakukan penelitian terhadap upaya penanganan air limbah yang berasal dari pencelupan tekstil melalui penurunan warna melalui proses adsorpsi dengan menggunakan adsorben yang berasal dari sekam padi. Tujuan dasar dari teknologi pengolahan dan pemurnian air limbah dapat dilakukan dengan menggunakan salah satu metode atau mengkombinasikan metode fisik, kimia dan biologi (Metcalf and Eddy, 2003).

Meskipun dalam teknologi pengolahan limbah telah digunakan *actived carbon* sebagai bahan *adsorben* dengan hasil pengolahan yang memuaskan, namun teknologi ini masih cukup mahal, sehingga mulai dikembangkan teknologi dengan menggunakan alternatif bahan yang alami, sederhana dan mudah diperoleh. Beberapa penelitian telah menggunakan bahan alami sebagai adsorben seperti batu, zeolite, sepiolite, serbuk gergaji, sabut kelapa, sekam padi dan tebu. Berdasarkan kondisi tersebut, maka dalam penelitian ini digunakan *adsorben* sekam padi yang diharapkan dapat menurunkan konsentrasi warna yang berasal effluen limbah pencelupan tekstil.

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini, yaitu adalah untuk mengetahui dosis *adsorben* yang efektif yang digunakan dalam proses adsorpsi untuk menurunkan warna pada limbah industri pencelupan tekstil.

Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan melalui proses karbonisasi dan dilanjutkan dengan proses aktivasi. Proses karbonisasi merupakan tahapan yang penting dalam pembuatan karbon aktif. Pada proses ini terjadi pirolisis bahan yang disebabkan adanya faktor panas yang menyebabkan terjadinya proses dekomposisi komponen-komponen dalam bahan. Pada proses karbonisasi unsur-unsur bukan karbon seperti oksigen dan hidrogen akan dikeluarkan dalam bentuk gas dan atom-atom yang terbebaskan dari karbon elementer, membentuk kristal grafit elementer. Struktur kristalnya tidak teratur dan celah-celah kristal ditemplei oleh zat hasil dekomposisi tar yang disebut dengan karbon

amorf. Senyawa ini menutupi pori-pori sehingga hasil proses karbonisasi memiliki kemampuan adsorpsi yang kecil. Pada proses karbonisasi akan dihasilkan 3 komponen, yaitu: tar, karbon/arang, dan gas ( $\text{CO}_2$ , CO,  $\text{CH}_4$ , H<sub>2</sub>, dll).

Untuk memperoleh arang dan luas permukaan yang besar hanya dapat diperoleh dengan cara mengaktifasi bahan yang telah dikarbonisasi. Proses aktivasi ini bertujuan untuk menghilangkan residu yang menutup rongga pori di dalam karbon aktif, hasil dari proses ini akan memperluas luas permukaan dari karbon aktif. Ada dua cara dalam melakukan aktivasi terhadap bahan adsorben, yaitu aktivasi secara fisika dan aktivasi secara kimia.

Adsorpsi adalah penggunaan media padat untuk menghilangkan substansi dari larutan gas maupun cair, hal ini telah digunakan secara meluas. Proses ini melibatkan tidak lebih dari pemisahan substansi dari fase cair atau gas kedalam permukaan suatu media padat. Dimana media yang menyerap disebut dengan adsorben dan substansi terserap disebut dengan adsorbat.

Adsorpsi banyak dioperasikan dalam sistem fisik, biologis dan kimia, dan adsorpsi yang melibatkan media padat seperti karbon aktif dan resin sintesis banyak digunakan dalam aplikasi industri untuk purifikasi baik air bersih maupun air limbah.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, antara lain luas permukaan dari adsorben (ukuran partikel), karakteristik adsorben, karakteristik adsorbat, pH, temperatur, ukuran molekul adsorbat, agitasi, kompetisi dalam larutan campuran.

Metode isotherm adsorpsi yang sering digunakan ada dua, yaitu : Isotherm Freundlich. Metode ini mula-mula ditemukan pada tahun 1916 oleh Freundlich untuk penyerapan solute dalam liquid pada permukaan solid.

### **Sekam Padi**

Sekam merupakan lapisan yang keras yang meliputi kariopis terdiri dari dua belahan yang disebut (*lemma* dan *patea*) yang saling bertautan. Sekam yang berupa produk sampingan dari penggilingan padi berupa hancuran. Sekam bercampur dengan dedak dan bekatul sedangkan, sekam yang keluar dari mesin pengupas sekam

tidak hancur seperti yang keluar dari mesin penggilingan padi (Abbas, et all., dalam Rusdiana, 1996). Sekam padi tersusun atas komponen kimia H<sub>2</sub>O (14,42%), selulose (44,31%), abu (22,96%).

Dalam kandungan kimia dari abu sekam padi terlihat bahwa SiO<sub>2</sub> memiliki jumlah yang relatif besar sebesar 92,10%. Setelah adanya pembakaran dengan temperatur tertentu maka komposisi kimia padi akan berubah menjadi oksida-oksida. Pada temperatur pembakaran 600°C-700°C arang atau abu sekam memiliki diameter pori yang terbesar (Hwang dan Wu dalam Rusdiana, 1996), sehingga diharapkan pada temperatur tersebut kualitas arang sekam sebagai media adsorpsi akan lebih baik apabila dibandingkan dengan kondisi temperatur yang lain

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dipelajari tentang kemampuan dari arang sekam padi sebagai *adsorben* dalam menurunkan warna air limbah yang berasal dari industri pencelupan tekstil.

Dalam pengujian kemampuan dari sekam padi sebagai *adsorben* tersebut dilakukan proses secara *batch reactor* menggunakan alat *jar-test*. Proses *batch reactor* ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari arang sekam padi dalam menurunkan warna air limbah pencelupan tekstil serta pengujian terhadap variasi agitasi pada proses adsorpsi.

Pembuatan *adsorben* meliputi beberapa tahapan proses, antara lain:

1. Analisis kadar air sekam padi, analisis kadar air terhadap sekam padi dilakukan dengan menyiapkan 100 gram sekam padi dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam.
2. Aktifasi sekam padi, sekam padi yang telah diukur kadar airnya selama 24 jam pada suhu 105°C. Selanjutnya direndam pada aktifator NaOH 1 N sebanyak 500 ml selama 1 jam. Setelah itu disaring dan dipanaskan pada suhu 700°C selama 1 jam tanpa adanya kontak langsung dengan oksigen. Kemudian didinginkan dan dibilas dengan aquadest. Sekam yang telah diaktifasi dioven pada suhu 105°C selama 24 jam untuk menghilangkan kadar air dari proses pembilasan sebelumnya.

3. Analisis ayakan, sekam padi yang telah diaktifasi selanjutnya digerus hingga halus dan diayak dengan ayakan 100 mesh. *Adsorben* sekam padi yang lolos ayakan 100 mesh siap digunakan pada proses adsorpsi.
4. Uji kemampuan menyerap Iodium, kemampuan menyerap I<sub>2</sub> merupakan salah satu standar metode pengujian terhadap *adsorben*/karbon aktif. Diambil 100 mg contoh *adsorben* kemudian diujikan pada larutan iodium.

Penentuan konsentrasi *adsorben* sekam padi dilakukan untuk mengetahui dosis yang efektif dari *adsorben* sekam padi yang akan digunakan dalam proses adsorpsi. Pada uji air limbah sebanyak 400 ml dimasukkan kedalam beker glass 1000 ml dan *adsorben* ditambahkan dengan variasi dosis 100 mg, 200 mg, 300 mg, 400 mg dan 500 mg. Metode penentuan dilakukan dengan menggunakan alat *jar-test*, dengan kecepatan pengadukan cepat 100 rpm selama 1 jam dan selanjutnya diendapkan selama 30 menit. Kemudian dilakukan analisis filtrat sesuai dengan parameter uji yaitu warna, temperatur, dan pH. Analisis warna pada penelitian ini menggunakan metode Spektrofotometer

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran terhadap kadar air dilakukan karena kadar air sangat berpengaruh pada proses karbonisasi. Proses karbonisasi akan baik jika kadar air pada bahan baku semakin rendah, karena jika kadar air semakin tinggi, maka proses pembakaran akan semakin lama, gas hidrogen yang dihasilkan akan semakin banyak, sehingga akan menghalangi pembentukan karbon yang merupakan tujuan utama dalam proses karbonisasi.

Dari hasil analisis diperoleh kandungan air yang terdapat pada sekam padi sebesar 13,55%. Kondisi ini sesuai dengan syarat yang harus dipenuhi untuk jenis *adsorben* yang menggunakan bahan dasar dari tumbuhan yaitu maksimal sebesar 15% (Jankowska, 1991). Sehingga sekam padi pada penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan dasar *adsorben*.

Setelah dilakukan analisis kadar air terhadap sekam, yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan air dalam sekam kemudian dilakukan proses aktifasi yang bertujuan untuk memperluas luas permukaan *adsorben* melalui penggunaan aktifator dan proses pemanasan pada suhu 700°C.

Untuk mengetahui mutu dari *adsorben* yang dihasilkan maka dilakukan uji penyerapan Iodium ( $I_2$ ), sebagai syarat mutu suatu bahan bisa dikatakan sebagai karbon aktif sesuai dengan syarat mutu yang ditetapkan pada Standar Industri Indonesia (SII).

### Proses Aktifasi

Aktifasi sekam padi untuk menjadi *adsorben* dilakukan dengan cara merendam 100 gram sekam padi yang telah diuji kadar airnya, pada larutan NaOH 1 N sebanyak 500 ml, selama 1 jam. Selanjutnya disaring dan dipanaskan pada suhu  $700^\circ\text{C}$  selama 1 jam kemudian didinginkan dan dibilas dengan aquadest hingga pH mendekati netral. Dari hasil analisis laboratorium dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Aktifasi Adsorben Sekam Padi

Aktifator	Suhu	Aquadest	pH	Suhu ( $^\circ\text{C}$ )
	Pembakaran ( $^\circ\text{C}$ )	(ml)		
NaOH 1N	700	500	11,10	28,7
		500	10,92	27,9
		500	10,78	28,2
		500	10,75	28,8
		500	10,72	28,9

Setelah dilakukan aktifasi sebelum digunakan *adsorben* terlebih dahulu harus dibilas hal ini bertujuan untuk menghilangkan bahan kimia sisa dari proses aktifasi. Penghilangan bahan kimia sebagai sisa aktifasi sangatlah sukar, jika bahan dari *adsorben* mempunyai kandungan abu yang tinggi (Jankowska, 1991). Abu merupakan bahan *non karbon additive*, kandungan abu sangat bervariasi ini sangat tergantung dari bahan baku yang digunakan.

Dari hasil analisis laboratorium pembilasan *adsorben* dengan aquadest 500 ml secara berulang-ulang dengan tujuan agar pH mendekati netral hanya berkisar pada kisaran pH 10,72 hal ini disebabkan oleh sifat aktifator NaOH yang bersifat basa kuat, sehingga tidak terjadi penurunan pH yang terlalu drastis dan signifikan serta cenderung pada kisaran tersebut.

Sebelum suatu bahan dapat disebut suatu *adsorben* atau karbon aktif perlu dilakukan beberapa uji dan analisis sebagai syarat mutu terhadap bahan setelah dilakukan proses aktifasi untuk mengetahui ke-

mampuan adsorpsi dari *adsorben* tersebut dengan menggunakan larutan/*adsorbate* seperti *methylene blue*, *phenol* dan *iodine* (Jankowska, 1991). Salah satu analisa yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisa *iodine number* yang merupakan uji yang sederhana untuk mengetahui dan mengukur luas permukaan dari *adsorben*. Iodine number adalah sejumlah iodine yang yang dapat diadsorp oleh 1 gram karbon aktif dari suatu larutan, ketika konsentrasi filtrat sebesar 0,02 N (Jankowska, 1991).

Daya serap *adsorben* terhadap iodium sebagai syarat mutu adalah minimal 20% (*Standar Industri Indonesia (SII), 2004*). Dalam penelitian kadar iodium yang dapat diserap *adsorben* sekam padi mencapai nilai 20,32% dengan berat contoh *adsorben* 100 mg. Sesuai dengan syarat mutu (*SII, 2004*) bahwa *adsorben* harus memiliki kemampuan penyerapan iodium minimal 20% sehingga *adsorben* pada penelitian ini memenuhi syarat sebagai *adsorben* dan bisa digunakan dalam proses adsorpsi selanjutnya.

Dari analisis laboratorium diperoleh spesifikasi *adsorben* sekam padi :

- Densitas ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) = 1,1456
- Diameter Pori (mm) =  $7,5 \cdot 10^{-4}$
- Luas Permukaan ( $\text{mm}^2$ ) =  $2,64 \cdot 10^{-3}$
- Kemampuan Menyerap Iodium (%) = 20,32

### Uji Penentuan Dosis Optimum *Adsorben* Sekam Padi

Penentuan dosis optimum *adsorben* sekam padi dilakukan dengan proses *batch reactor* menggunakan alat jar-test. Proses ini bertujuan untuk menentukan dosis optimum *adsorben* sekam padi terhadap penurunan parameter warna dan kekeruhan limbah pancelupan tekstil. Adapun kondisi awal air limbah saat sebelum dilakukan analisa jar-test, yaitu sebagai berikut :

- Warna = 100% konsentrasi warna/42,6 mg/L
- Kekeruhan = 49 NTU
- pH = 9,6
- Suhu =  $28,9^\circ\text{C}$

### Parameter Warna

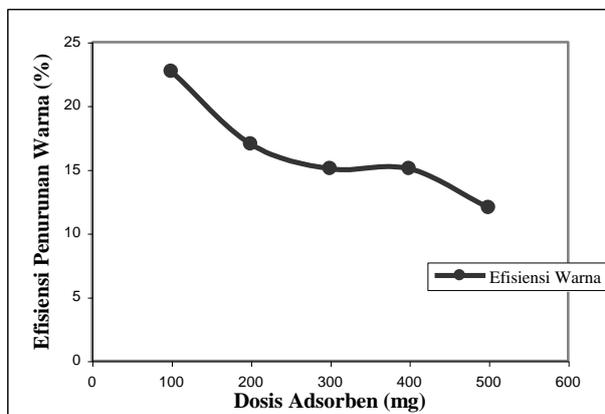
Dalam penurunan warna dengan menggunakan *adsorben* sekam padi diperoleh efisiensi removal warna tertinggi sebesar 23% pada dosis 100

mg/400 ml. Sedangkan pada dosis 200, 300, 400 dan 500 mg/400ml terjadi penurunan efisiensi seperti terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Efisiensi Penurunan Warna Dengan Adsorben Sekam Padi

Dosis Karbon Aktif (mg/400ml sampel)	Konsentrasi Warna Awal (mg/l PtCo)	Konsentrasi Warna Akhir (mg/l PtCo)	Efisiensi (%)
100	42,6	32,80	23
200	42,6	35,35	17
300	42,6	36,21	15
400	42,6	36,21	15
500	42,6	37,48	12

Adapun hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Grafik Efisiensi Penurunan Warna Dengan Adsorben Sekam Padi

Pada dosis 100 mg menghasilkan efisiensi removal yang lebih tinggi hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi *adsorben* sangat berpengaruh pada penurunan parameter warna. Tingkat penurunan warna pada proses adsorpsi sangat dipengaruhi oleh karakteristik *adsorbat*, karakteristik *adsorben*, temperatur, pH dan agitasi. Salah satu yang berpengaruh pada penelitian ini adalah karakteristik *adsorben*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa removal warna hanya sebesar 23% dan terjadi trend penurunan removal dengan penambahan dosis *adsorben*, meskipun air limbah berada dalam kondisi basa dan bahan kimia yang digunakan dalam proses aktivasi bersifat basa. Hal ini disebabkan karena adanya kandungan bahan organik pada air limbah

yang berasal dari zat warna yang digunakan. Menurut Jankowska (1991), penurunan terhadap warna organik sebaiknya dilakukan pada range pH 3-6, akan tetapi hal ini tergantung juga pada karakteristik dari adsorben yang digunakan seperti ukuran pori dan volume permukaan internal. Ukuran diameter pori adsorben dalam penelitian ini sebesar  $7,5 \times 10^{-4}$  mm. Dengan ukuran diameter pori yang dimiliki, adsorben tidak mampu menyerap koloid dengan maksimal. (Benfield, 1982) koloid dapat diserap dengan karbon aktif melalui *micro pore*, sedangkan adsorben sekam padi yang memiliki ukuran  $7,5 \times 10^{-4}$  mm hanya mampu menyerap partikel tersuspensi.

Dalam proses aktivasi penggunaan bahan kimia sebagai aktivator memiliki keuntungan yaitu mempersingkat waktu proses aktivasi dan dapat menghasilkan jumlah *adsorben* yang cukup banyak. Akan tetapi penggunaan terhadap aktivator yang berbeda akan menghasilkan suatu tingkat adsorpsi yang berbeda. Penggunaan NaOH sebagai aktivator didasari atas karakteristik limbah yang memiliki sifat basa sehingga sifat adsorbat yang akan diserap sesuai dengan adsorben sebagai media penyerap.

NaOH sebagai aktivator memiliki tingkat adsorpsi yang tinggi untuk bahan *Methylene Blue* dan *Iodine* sedangkan memiliki tingkat adsorpsi yang rendah pada penurunan warna. Hal ini dapat dilihat dari hasil removal yang terjadi. Sedangkan untuk aktivator  $ZnCl_2$  memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi terhadap warna akan tetapi pada *Methylene Blue* dan *Iodine* adsorpsi yang terjadi sangat rendah (Jankowska, 1991).

### Parameter pH

Pada penelitian ini pH awal dari sampel adalah 9,36. Hasil penelitian menunjukkan pada tingkat removal 23% pH larutan menjadi 9,12 menurun dari tingkat pH awal yaitu 9,36. Adsorpsi yang terjadi pada penelitian ini secara umum memiliki tingkat adsorpsi yang rendah hal ini dipengaruhi oleh tingkat pH yang tinggi. Pada umumnya karbon aktif *adsorben* mampu meremoval zat yang tidak diinginkan sesuai dengan sifat dari zat tersebut. Untuk zat yang bersifat asam, *adsorben* efektif digunakan pada range asam, sedangkan untuk zat yang bersifat basa akan efektif jika *adsorben* sekam padi digunakan pada pH basa.

**Tabel 3.** Kondisi pH Air Limbah Pencelupan Tekstil

Dosis Adsorben (mg/400 ml sampel)	pH Awal	pH Akhir
100	9,36	9,12
200	9,36	9,16
300	9,36	9,20
400	9,36	9,20
500	9,36	9,14

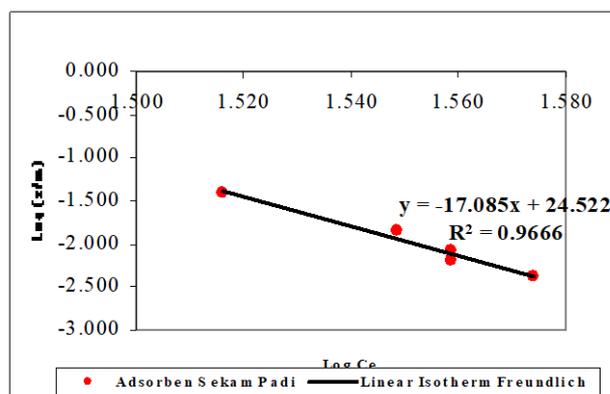
### Isotherm Freundlich

Dari data yang diperoleh pada analisa laboratorium dengan proses *batch reactor* antara konsentrasi akhir ( $C_e$ ) dihubungkan dengan dosis *adsorben* dapat diketahui kemampuan adsorpsi dari masing-masing konsentrasi *adsorben* yang digambarkan dengan Isotherm Freundlich.

Kemudian membuat grafik yang menghubungkan antara  $\log C_e$  dan  $\log (x/m)$ . Grafik Isotherm Freundlich dapat dilihat pada Gambar 2.

**Tabel 4.** Isotherm Freundlich

Adsorben (mg)	Vol. Sampel (ml)	Warna Awal (mg/l)	Warna Akhir (mg/l)	Warna Teradsorp (mg)	Log x/m	Log $C_e$	Log (x/m)
100	400	42.6	32.802	3.919	0.039	1.516	-1.407
200	400	42.6	35.358	2.897	0.014	1.548	-1.839
300	400	42.6	36.210	2.556	0.009	1.559	-2.070
400	400	42.6	36.210	2.556	0.006	1.559	-2.194
500	400	42.6	37.488	2.045	0.004	1.574	-2.388

**Gambar 2.** Grafik Regresi Isotherm Freundlich Adsorben Sekam Padi

Maka dari Grafik regresi pada Gambar 2. dibuat persamaan Isotherm Freundlich sebagai berikut:

$$\text{Intersep} = 24.522$$

$$K = 3.32 \cdot 10^{24}$$

$$\text{Slope}(1/n) = -17.085$$

$$n = -0.0585$$

Persamaan Isotherm Freundlich:

$$q = 3.32 \cdot 10^{24} \cdot C^{1/-0.0585}$$

Pada model Isotherm Freundlich diasumsikan bahwa permukaan adsorben memiliki komposisi yang heterogen dan terdapat satu lapisan permukaan. Komposisi yang heterogen ini sesuai dengan kondisi *adsorben* dimana aktivasi karbon aktif secara kimia cenderung untuk menghasilkan struktur yang acak dan tidak seragam.

### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu dosis efektif *adsorben* sekam padi untuk menurunkan warna dengan efisiensi removal 23% pada proses adsorpsi sebesar 100 mg/400ml dan terjadi trend meningkat terhadap efisiensi removal dari 500mg/400ml ke 100 mg/400ml. Persamaan Isotherm Freundlich yang didapat adalah  $q = 3.32 \cdot 10^{24} \cdot C^{1/-0.0585}$

### DAFTAR PUSTAKA

- Benefield, LD., JF, Judikins dan BL., Weand (1982). **Proses Chemistry for Water and Waste Water Treatment**, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New York.
- Jankowska, H. (1991). **Active Carbon**, Edisi Pertama, Ellis Horwood Limited, New York.
- Metcalf Eddy. Inc. (2003). **Waste Water Engineering: Treatment Disposal Reuse fourth Edition**. Mc Graw-Hill Publishing Company Ltd.
- Rusdiana Setyaningtyas (1996). **Solidifikasi Lumpur Yang Mengandung Logam Berat Cu Dan Cr Menggunakan Campuran Kapur Dan Abu Sekam Padi**. Jurusan Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya
- Anonim (1999). **Peraturan Pemerintah No. 18/1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)**.
- Anonim (2000). **Surat Keputusan Gubernur Bali No 515 tahun 2000 tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Industri Tekstil**.