



DIK RUTIN 2003

LAPORAN KEGIATAN

PENENTUAN KONSTANTA LAJU PERPINDAHAN MASSA
DAN KAPASITAS SERAP ADSORBEN KARBON AKTIF
TERHADAP ZAT WARNA ACRYLAMIDE
PADA LIMBAH INDUSTRI TEKSTIL

OLEH:

NURANDANI HARDYANTI, ST, MT
WISNU HADI WIBOWO

Dibiayai Oleh Dana DIK Rutin Universitas Diponegoro, sesuai Surat
Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Tanggal 1 Mei 2003 Nomor : 02/J07
.11/PJJ/KP/2003

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEPTEMBER 2003

UPT-PUSTAK-UNDIP

No. Daft: 593/K1/PT/e1

Tgl. : 10.03.2004

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR
HASIL PENELITIAN DIK RUTIN**

1. a. Judul Penelitian : Penentuan Konstanta Laju Perpindahan Massa dan Kapasitas Serap Adsorben Karbon Aktif Terhadap Zat Warna Acrylanide Pada Limbah Industri Tekstil
- b. Kategori Penelitian : Pengolahan Air
2. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Nurandani Hardyanti, ST, MT
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. Golongan/NIP : IIIA/132 258 044
 - d. Jabatan : Asisten Ahli
 - e. Fakultas/Jurusan : Teknik/Program Studi Teknik Lingkungan
 - f. Universitas : Universitas Diponegoro
 - g. Bidang Ilmu yang Diteliti : Teknik Lingkungan
3. Jumlah Tim Peneliti : 2 orang
4. Lokasi Penelitian : Laboratorium Kimia-Fisika Politeknik Negeri Semarang
5. Jangka Waktu Penelitian : 6 (enam) bulan
6. Biaya yang dibelanjakan : Rp 3.000.000,- (Tiga Juta Rupiah)



Ir. Hl. Sri Eko Wahyuni, MS
NIP 130 898 929

Semarang, 15 September 2003
Ketua Peneliti

Nurandani Hardyanti

Nurandani Hardyanti, ST, MT
NIP: 132 258 044



Menyetujui
Ketua Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro

Prof. Dr. Ir. Ign. Riwanto, Sp. BD
NIP 130 529 454

RINGKASAN

PENENTUAN KONSTANTA LAJU PERPINDAHAN MASSA DAN KAPASITAS SERAP ADSORBEN KARBON AKTIF TERHADAP ZAT WARNA ACRYLAMIDE PADA LIMBAH INDUSTRI TEKSTIL

Nurandani Hardyanti, Wisnu Hadi Wibowo
2003, 42 halaman

Dalam proses industri tekstil diperlukan zat warna untuk memberi warna pada kain. Salah satu contoh daerah yang mempunyai banyak industri tekstil skala kecil adalah Kota Pekalongan yang menggunakan zat warna acrylamide. Dari hasil analisa limbah cair industri tekstil rata-rata limbah cairnya mengandung acrylamide dengan konsentrasi 220-260 mg/l (Suparni Setyowati Rahayu, 2002).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung nilai konstanta kecepatan adsorpsi dan kapasitas serap karbon aktif terhadap zat warna acrylamide limbah cair industri tekstil pada kolom adsorpsi karbon aktif.

Dalam penelitian ini sampel diambil satu kali tanpa adanya pengulangan untuk tiap-tiap kondisi operasi. Penelitian ini mengambil lokasi Desa Pasirsari, Kecamatan Pekalongan Barat, Kota Pekalongan untuk daerah survey, dan untuk pekerjaan dalam skala laboratorium serta analisa laboratorium dilaksanakan di laboratorium kimia-fisika milik Politeknik Negeri Semarang. Data didapat dengan cara memvariasikan beberapa variabel yang berpengaruh pada penelitian ini sehingga didapat sampel dari tiap kondisi operasi. Percobaan dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu secara batch dan secara kontinyu. Tujuan dari sistem batch adalah mengetahui karakteristik adsorbat dan adsorben yang dinyatakan dalam hubungan antara penurunan adsorbat dan berat adsorben dalam suatu koefisien dari persamaan yang ada. Penentuan konstanta laju perpindahan massa (K) dan kapasitas serap karbon aktif (q_0) dalam proses adsorpsi didapatkan dari percobaan secara kontinyu berdasarkan rumus Thomas (1948). Variabel penelitian dalam proses batch adalah : variasi berat media karbon aktif dan variasi ukuran media karbon aktif. Sedangkan variabel penelitian dalam proses kontinyu adalah variasi ketinggian media, variasi debit influen dan konsentrasi influen.

Adsorpsi zat warna (acrylamide) pada proses batch dianalisis dengan menggunakan persamaan Freundlich dan Langmuir. Dari kedua persamaan tersebut dicari harga koefisien korelasi kuadratnya (R^2). Adapun yang mempunyai harga

koefisien korelasi kuadrat terbesar merupakan model yang akan digunakan. Untuk percobaan kontinyu digunakan persamaan Thomas. Hasil dari penelitian secara batch akan didapatkan karakteristik adsorpsi sebagai berikut, K sebesar 0,000109 dan n sebesar 2,451. Hasil penelitian secara kontinyu akan didapatkan konstanta laju perpindahan massa sebesar 89,040 l/kg.menit - 89,056 l/kg.menit. Sedangkan kapasitas serap adsorben karbon aktif sebesar 0,011640 kg/kg - 0,011662 kg/kg.

**Progran Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Tanggal 1 Mei 2003 Nomor : 02 / J07.11 /
PJJ / KP / 2003**

SUMMARY

DETERMINATION OF MASS TRANSFER RATE CONSTANT AND ADSORPTION CAPACITY OF ACTIVATED CARBON TO ACRYLAMIDE ON TEXTILE INDUSTRY WASTEWATER

Nurandani Hardyanti, Wisnu Hadi Wibowo
2003, 42 pages

Processing of textile industry needs dye agents to color to cloth. One of the regions that have many small textile industries and majority use acrylamide is Pekalongan. From analyzing textile industry wastewater, it contains acrylamide about 220 mg/l - 260 mg/l (Suparni Setyowati Rahayu, 2002).

The goal of this research is to estimate mass transfer rate constant and adsorption capacity of activated carbon to acrylamide in textile industry wastewater at activated carbon adsorption column.

In this research, samples were taken once time without repeating for each operates condition. This research took place at Desa Pasirsari, Kecamatan Pekalongan Barat, Kota Pekalongan for survey area, and for laboratory work were held in chemistry-physics laboratory that owned by Politeknik Negeri Semarang. Yields were obtained by varied some variables that affect to this research, until samples could be obtained from each operate condition.

Research held in two steps, that are batch and continuous process. The goal of batch system to know the adsorption characteristics that was implied in the relation between decreasing of adsorbate and adsorbent weight in the coefficient of model. Determination of mass transfer constant (K) and adsorption capacity (q_0) in the adsorption process were obtained from continuous experiment based on Thomas (1948). The variable research of the batch process were weight and size of activated carbon. While variable research of the continuous process were height of media, influent flowrate, and influent concentration.

Freundlich and Langmuir isotherm analyzed adsorption of acrylamide at batch process. From both of the equations found the coefficient of correlation square (R^2) then equation with the bigger R^2 would be used as the model. The results of batch process

would be obtained adsorption characteristic as follow, K was 0,0000109 and n was 2,451. For continuous process which used Thomas equation obtained mass transfer rate constant was (K) 89,040 l/kg.minute - 89,056 l/kg.minute, and adsorption capacity was 0,011640 kg/kg - 0,011662 kg/kg.

Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Diponegoro University.

PRAKATA

Puji syukur kami haturkan kepada Tuhan YME, yang telah memberikan kepada kami segala anugerah dan kenikmatan di dunia ini sehingga kami bisa menyelesaikan laporan akhir kegiatan penelitian yang telah kami lakukan. Tidak lupa kami juga mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu kami dalam menyelesaikan laporan akhir kegiatan ini, terutama kepada :

1. Prof. Dr. dr. Ign. Riwanto, Sp. BD Ketua Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro.
2. Ir. Hj. Sri Eko Wahyuni, MS, Dekan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Ir. Nasrullah, MS, Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro.
4. Politeknik Negeri Semarang yang telah memberikan fasilitas laboratorium.
5. Rekan-rekan dosen Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro.
6. Semua pihak yang tidak sempat kami sebutkan.

Kami sadar bahwa laporan ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kami mohon sumbang saran dari pembaca. Dan akhir kata, semoga penelitian ini dapat berguna bagi berkembangnya ilmu pengetahuan khususnya ilmu yang berkaitan dengan teknik lingkungan.

September, 2003

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	.....	ii
RINGKASAN DAN <i>SUMMARY</i>	.....	iii
PRAKATA	.....	vii
DAFTAR ISI	.....	viii
DAFTAR TABEL	.....	ix
DAFTAR GAMBAR	.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	.....	xi
I. PENDAHULUAN	.....	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	.....	5
III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	.....	16
IV. METODE PENELITIAN	.....	17
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	24
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	.....	28
DAFTAR PUSTAKA	.....	29
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENELITI		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat Fisik Acrylamide.....	15
Tabel 5.1	Waktu titik tembus dan waktu jenuh.....	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Skema hampanan tetap, bergerak dan fluidisasi.....	10
Gambar 4.1.	Peralatan adsorpsi secara kontinyu.....	19
Gambar 5.1.	Kurva penurunan konsentrasi acrylamide pada proses batch.....	24
Gambar 5.2.	Grafik untuk menentukan isoterm Freundlich.....	25
Gambar 5.3	Grafik untuk menentukan isoterm Langmair.....	26

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Penurunan konsentrasi zat warna acrylamide pada proses batch...
- Lampiran B. Data isoterm Freundlich .
- Lampiran C. Data isoterm Langmuir
- Lampiran D. Data percobaan kontinyu .

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di Indonesia, perkembangan industri tekstil sangat berkembang, karena untuk memenuhi kebutuhan sandang nasional yang mencukupi kebutuhan 200 juta penduduknya maka bermunculanlah beberapa industri tekstil baik yang berskala besar maupun yang berskala kecil menengah. Industri yang berskala besar biasanya mengerjakan keseluruhan proses pembuatan produk tekstil dari proses hulu hingga ke proses hilir, serta mempunyai orientasi untuk melakukan ekspor. Sedangkan industri kecil menengah biasanya mengerjakan salah satu bagian dari keseluruhan proses industri tekstil, baik itu proses di bagian hulu, maupun proses di bagian hilir. Salah satu industri kecil yang melaksanakan salah satu proses produksi tekstil adalah industri pencelupan kain yang hanya memberi warna pada kain yang sudah jadi. Industri ini hanya bersifat jasa mewarnai kain dari industri kecil lainnya yang hanya membuat kain yang berwarna putih.

Perkembangan industri tekstil yang semakin pesat mempunyai dampak positif dan negatif, dampak positifnya adalah terpenuhinya kebutuhan sandang masyarakat, dan membaiknya perekonomian masyarakat karena tersedianya lapangan pekerjaan. Salah satu dampak negatifnya adalah munculnya produk sampingan yang langsung dibuang ke lingkungan tanpa diadakan penanganan terlebih dahulu. Produk sampingan yang tidak ditangani terlebih dahulu ini akan membahayakan lingkungan dan makhluk hidup disekitarnya. Kerusakan lingkungan akan terjadi dan penyakit-penyakit baru yang disebabkan adanya keracunan terhadap zat-zat pencemar akan muncul.

Dalam proses pewarnaan kain, diperlukan zat warna untuk memberi warna pada kain, zat warna ini ada yang bersifat alami maupun buatan (sintetis), ada pula yang berupa bahan organik maupun anorganik. Pada proses pencelupan, zat warna sebagian terserap dan tetap berada dalam kain, sedangkan sisanya masih berada dalam larutan dan terbuang bersama air bekas proses pewarnaan. Zat warna yang ikut terbuang ke lingkungan bila kadar yang dimilikinya melebihi baku mutu yang diijinkan untuk kesehatan dan keselamatan makhluk hidup maka keberadaannya akan mengancam. Secara estetika, keberadaan zat warna di badan air juga kurang

tepat, karena akan menyebabkan air di badan air tersebut tidak lagi jernih, tetapi berwarna.

Oleh karena itulah, pengolahan terhadap limbah cair industri tekstil yang mengandung zat warna perlu dilakukan, supaya zat warna yang ikut terbang ke badan air penerima bisa berkurang kadarnya sampai pada batas yang diijinkan bagi keselamatan makhluk hidup di sekitarnya.

Besar kecilnya dampak negatif yang diakibatkan oleh pencemaran zat warna terhadap lingkungan sekitarnya tergantung pada banyak sedikitnya kadar zat warna yang terbuang (kualitas) dan banyak sedikitnya volume limbah (kuantitas), sehingga pada tiap daerah yang mempunyai potensi tercemar akan berbeda-beda dampak yang ditimbulkannya.

Salah satu zat warna yang digunakan sebagai zat warna pewarna kain pada industri tekstil adalah bahan organik sintetis yang bernama acrylamide. Zat warna (acrylamide) merupakan zat warna organik aromatik sintetis yang merupakan zat warna reaktif yang sukar dihancurkan dan sangat stabil sehingga sulit diuraikan oleh mikroorganisme, disamping itu zat warna reaktif mempunyai sifat mudah larut dalam air sehingga sangat sukar diendapkan.

Acrylamide bila dalam jumlah yang kecil tidak akan menjadikan masalah terhadap lingkungan, tetapi apabila kadarnya tinggi akan termasuk sebagai senyawa yang berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup, karena zat warna dalam jumlah yang cukup besar akan bersifat racun terhadap makhluk hidup disekitarnya.

Dalam Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/Menkes/SK/ VII/2002 tanggal 29 juli 2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, senyawa acrylamide termasuk dalam golongan bahan organik yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan. Pada lampiran C dapat dilihat baku mutu yang dipersyaratkan untuk acrylamide dalam air minum adalah kurang dari 0,5 µg/liter.

Industri kecil tekstil kurang memperhatikan masalah lingkungan yang ditimbulkan apabila zat warna ini dibuang langsung ke lingkungan tanpa diadakan pengolahan terlebih dahulu. Karena industri sekarang menganggap bahwa dengan mengolah limbahnya berarti biaya produksinya akan meningkat sehingga akan mengurangi keuntungan atau bahkan akan merugi.

Oleh karena itulah untuk mengatasi masalah tersebut di atas, maka dilakukan penelitian tentang penyisihan zat warna acrylamide dalam larutan limbah dengan cara pemanfaatan karbon aktif yang berbentuk butiran yang mudah dibuat dan juga mudah ditemui di pasaran sebagai media adsorben terhadap senyawa acrylamide yang terdapat pada limbah cair industri tekstil.

Pemilihan media karbon aktif butiran yang digunakan sebagai adsorben terhadap zat warna reaktif acrylamide karena mengingat karbon aktif mempunyai kemampuan yang cukup besar untuk mengadsorpsi semua zat pencemar, khususnya zat organik yang larut dalam air. Disamping itu karbon aktif yang berbentuk butiran dapat dregenerasi setelah digunakan sampai beberapa kali regenerasi, sehingga akan menghemat biaya operasi pengolahan limbah.

1.2.Masalah

- a. Masih banyak industri tekstil skala kecil yang dalam membuang limbah cair sisa proses pencelupan yang mengandung senyawa acrylamide sebagai zat warnanya tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu, sehingga kurang memperhatikan dampak negatif yang ditimbulkan terhadap lingkungan dan keselamatan makhluk hidup di sekitarnya.
- b. Sedikit sekali studi tentang penentuan konstanta laju perpindahan massa dan kapasitas serap adsorben karbon aktif butiran untuk digunakan sebagai media adsorben terhadap limbah cair yang mengandung zat warna acrylamide dalam kolom adsorpsi kontinyu hamparan tetap.

1.3.Ruang Lingkup Penelitian

- a. Parameter pokok analisis adalah zat warna pencelupan kain yang berupa senyawa acrylamide.
- b. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan acrylamide buatan (artifisial) yang konsentrasinya dibuat mendekati konsentrasi di lapangan.
- c. Proses yang dilakukan pada penelitian adalah proses batch sebagai penelitian pendahuluan untuk menentukan karakteristik adsorpsi dan proses kontinyu yang lebih bersifat aplikatif di lapangan.

- d. Ukuran media karbon aktif yang digunakan dalam penelitian ini adalah berukuran 8-16 MESH; variasi konsentrasi zat warna (acrylamide) 200 dan 300 mg/l; debit limbah cair 550 ml/menit; serta variasi ketinggian adsorben 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, dan 100 cm.