

# ADSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B MENGGUNAKAN ABU TERBANG (*FLY ASH*) BATUBARA TERAKTIVASI DENGAN VARIASI MASSA ADSORBEN DAN SUHU ADSORPSI

Riris Verawati<sup>1)</sup>, Rozanna Sri Irianty<sup>2)</sup>, Zultiniar<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, <sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Kimia,

Laboratorium Dasar Teknik II

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

E-mail: [riris.verawati@student.unri.ac.id](mailto:riris.verawati@student.unri.ac.id)

## ABSTRACT

*The increasing use of dyes in various industries causes environmental problems that must be addressed. Various methods have been done to reduce the dye waste, one of which is adsorption. Using of inexpensive and easily obtained adsorbents is one of the considerations in choosing the type of adsorbent used. The purpose of this research was to determine the ability of activated fly ash with NaOH by adsorbing Rhodamine B dyes at equilibrium with variations in adsorbent mass and adsorption temperature and determining the adsorption equilibrium model. This research was carried out by varying the mass of the adsorbent and the adsorption temperature. The result showed that the best mass of adsorbent for adsorbing rhodamine B at 140 minutes was 5 grams at an adsorption temperature 55°C to obtain 89% of adsorption effectiveness. The adsorption mechanism meets the Freundlich isotherm model with a values of  $R^2$  equal to 0,935.*

**Keywords:** adsorption, activation, dye waste, fly ash, rhodamin B

## 1. PENDAHULUAN

Industri Tekstil dan Produk Tekstil (TPT) merupakan salah satu sektor strategis yang memberikan kontribusi besar terhadap perekonomian nasional. Salah satu yang perlu diperhatikan pada industri tekstil adalah dampak negatif dari pembangunan industri tekstil yaitu pencemaran lingkungan yang didominasi oleh pencemaran zat warna. Rhodamin B adalah salah satu zat warna yang sering digunakan dalam industri tekstil.

Beberapa penanganan limbah zat warna telah banyak dikembangkan untuk mengurangi pencemaran pada zat warna, diantaranya yaitu koagulasi, oksidasi, ozonisasi, dan adsorpsi. Adsorpsi merupakan cara pengolahan yang mudah dilakukan dan tidak memerlukan biaya yang tinggi dibandingkan metode lainnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi, diantaranya yaitu suhu adsorpsi, luas permukaan adsorben, konsentrasi awal

adsorbat pada fasa cairan, waktu kontak.

Abu batubara adalah bagian dari sisa pembakaran batubara yang berbentuk partikel halus amorf, yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). *Fly ash* memiliki keistimewaan dalam hal komposisinya, dengan kandungan utama *fly ash* berupa senyawa silika, alumina, serta beberapa senyawa oksida lainnya. Adapun senyawa-senyawa tersebut memiliki kemampuan sebagai adsorben. (Lianasari dan Paiding, 2013) Abu terbang dapat dipakai secara langsung sebagai adsorben atau dapat juga melalui perlakuan kimia dan fisik tertentu sebelum menjadi adsorben. (Sunardi, 2006). Perlakuan dengan NaOH dapat menurunkan derajat kristalinitas SiO<sub>2</sub> dan meningkatkan kapasitas adsorpsi.

Isotermal adsorpsi merupakan metode yang sering digunakan untuk mewakili keadaan setimbang dari sebuah sistem adsorpsi. Data kesetimbangan adsorpsi

dapat dianalisa dengan persamaan kesetimbangan adsorpsi yaitu isotherm Langmuir, isotherm Freundlich, isotherm Brunauer, Emmet, dan Teller (BET).

### Isoterm Langmuir

Model adsorpsi Langmuir memperkirakan kapasitas adsorpsi maksimum pada seluruh permukaan satu lapisan (*monolayer*) molekul pada permukaan adsorben.

Persamaan umum adsorpsi isotherm Langmuir dapat ditulis:

$$\frac{1}{x/m} = \frac{1}{qm \cdot b} \frac{1}{C} + \frac{1}{qm}$$

### Isoterm Freundlich

Isoterm adsorpsi Freundlich mengasumsikan bahwa terdapat lebih dari satu lapisan permukaan (*multilayer*) dan situs bersifat heterogen. (Muna, 2011). persamaan umum model adsorpsi isotherm Freundlich dapat ditulis :

$$\frac{x}{m} = K \cdot C^{1/n}$$

### Isoterm Brunauer, Emmet, dan Teller (BET).

Persamaan ini digunakan dengan asumsi untuk mendiskripsikan adsorpsi multilayer. Berdasarkan atas asumsi di atas, bentuk persamaan BET adalah:

$$\frac{x}{m} = \frac{qm \cdot k \cdot C}{\left(1 - \frac{C}{C_o}\right) \left[1 + (k-1) \left(\frac{C}{C_o}\right)\right]}$$

Dimana:

$x/m$  : jumlah adsorbat yang terserap per unit massa adsorban

$qm$  : maksimum adsorbat teradsorpsi

$C_o$  : konstanta awal larutan

$k$  : konstanta

$1/n$  = ketidaklinearan

$b$  = konstanta Langmuir

## 2. BAHAN DAN METODOLOGI

### 2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah *Rhodamin B* dengan konsentrasi 10 ppm

dan adsorben fly ash diperoleh dari Pabrik Indah Kiat Pulp and Paper Perawang yang diaktivasi dengan NaOH 3M.

Alat-alat yang digunakan adalah alat spektrofotometer UV-Vis DR5000, gelas beaker, timbangan digital, *magnetic stirrer*, *hot plate*, oven, desikator, pH meter, pipet volume, bola hisap, pipet, labu ukur, erlenmeyer, spatula, stop watch, termometer.

### 2.2 Prosedur Penelitian

#### Aktivasi fly ash batu bara

Untuk modifikasi *fly ash* dengan aktivasi kimia direaksikan dengan larutan NaOH 3M untuk 50 gram fly ash. Diaduk selama 2 jam pada suhu 85-90°C. Hasil perlakuan tersebut disaring dengan kertas saring Whatman dan residu yang dihasilkan dikeringkan dalam oven pada temperatur 105°C hingga diperoleh berat konstan.

#### Pembuatan Kurva Standar

Pembuatan larutan standar zat warna *Rhodamin B* 0, 1, 2, 3, 4 ppm dengan larutan zat warna 10 ppm. Pengukuran absorbansi larutan standar tersebut dengan spektroskopi visible pada panjang gelombang optimum (554 nm).

#### Penentuan Waktu Kesetimbangan

Waktu kesetimbangan dilakukan dengan mengadsorpsi *rhodamin B* 10 ppm dengan volume larutan 250 ml, massa *fly ash* 2 gram, suhu adsorpsi 35°C, kecepatan 180 rpm. Pengambilan sampel pada interval waktu 20 menit hingga diperoleh waktu setimbang 140 menit. Dilakukan analisa absorbansi larutan zat warna *Rhodamin B* dengan menggunakan Spektrofotometer Vis.

#### Proses Adsorpsi

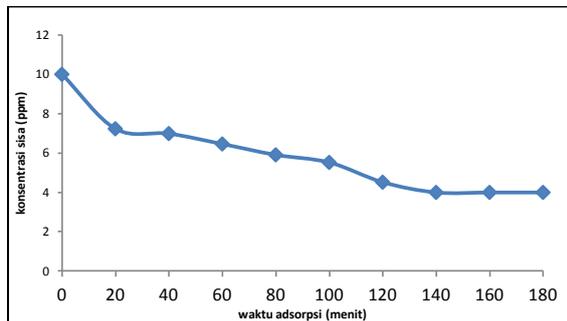
Proses adsorpsi dilakukan pada variasi massa *fly ash* (1, 2, 3, 4, 5 gram) dan variasi suhu adsorpsi (35 ; 45 ; 55 °C). Pengambilan sampel dilakukan pada waktu kesetimbangan 140 menit setelah dilakukan pemisahan padatan dan larutannya, kemudian sampel dianalisa

kadar *Rhodamin B* pada larutan menggunakan *Spektrofotometer Visible*..

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Waktu Kesetimbangan Adsorpsi *Rhodamin B*

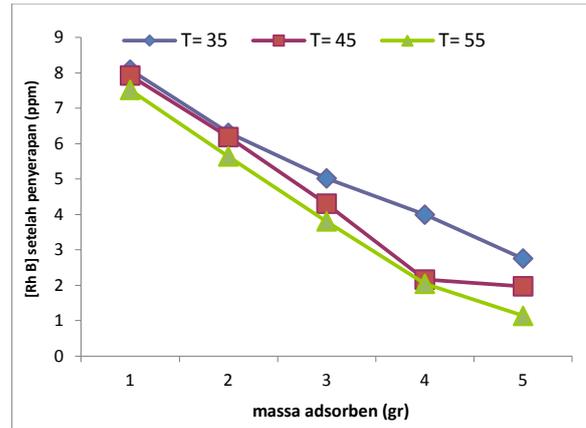
Waktu kesetimbangan adsorpsi dikatakan tercapai apabila konsentrasi *Rhodamin B* pada saat penyerapan tidak lagi mengalami perubahan yang signifikan. Konsentrasi *Rhodamin B* dalam larutan selama proses penyerapan mengalami penurunan selama waktu 140 menit. Gambar 4.1 menunjukkan bahwa untuk penyerapan dengan *fly ash* teraktivasi NaOH telah mencapai waktu kesetimbangan.



**Gambar 4.1** Hubungan Waktu Adsorpsi terhadap Konsentrasi Sisa *Rhodamin B*

#### 3.2 Pengaruh Massa Adsorben dan Suhu Adsorpsi Terhadap Konsentrasi *Rhodamin B* Setelah Proses Penyerapan

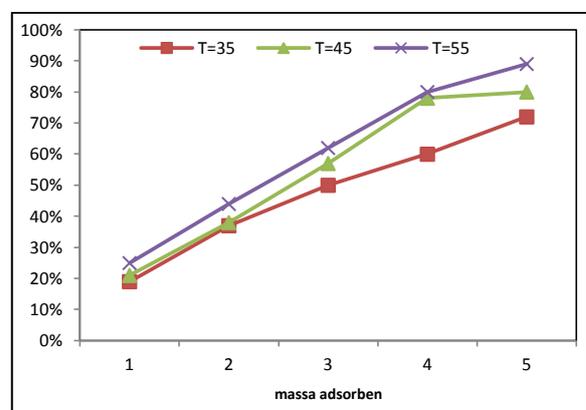
Pengaruh massa adsorben dan suhu pada proses adsorpsi penelitian terhadap konsentrasi sisa *rhodamin B* ini ditunjukkan pada Gambar 4.2 berikut :



**Gambar 4.2** Hubungan Massa Adsorben dan Suhu Adsorpsi Terhadap Konsentrasi Sisa *Rhodamin B* Setelah Penyerapan

Dari Gambar 4.2 dapat dilihat dengan adanya kenaikan massa adsorben 1, 2, 3, 4, 5 gram diperoleh konsentrasi sisa *rhodamin B* semakin kecil yaitu dari 7.521 ppm hingga 1.134 ppm. Hal ini disebabkan penambahan massa adsorben akan meningkatkan jumlah total luas permukaan dan jumlah pori yang digunakan untuk mengikat adsorbat dalam proses adsorpsi (Restu, 2010).

Pengaruh massa adsorben dan suhu pada proses adsorpsi penelitian terhadap efisiensi adsorpsi *Rhodamin B* ini ditunjukkan pada Gambar 4.3 berikut



**Gambar 4.3** Hubungan Massa Adsorben dan Suhu Adsorpsi Terhadap Efisiensi Adsorpsi *Rhodamin B* Setelah Penyerapan

Kondisi terbaik yaitu pada massa adsorben 5 gram dan suhu 55°C, dimana konsentrasi sisa Rhodamin B 1.134 ppm dengan efisiensi adsorpsi sebesar 89%. Semakin tinggi suhu adsorpsi maka konsentrasi zat warna dalam larutan adsorbat semakin kecil pula. Kondisi ini sesuai dengan yang diperoleh dari penelitian Charismayani (2017), semakin tinggi suhu proses adsorpsi akan meningkatkan daya adsorpsi adsorben.

### 3.3 Pengujian Model Keseimbangan Adsorpsi

Pengujian model keseimbangan adsorpsi bertujuan untuk menentukan model keseimbangan yang memenuhi proses adsorpsi *Rhodamin B* dengan menggunakan *fly ash* sebagai adsorben. Pemilihan isotherm yang paling cocok dilakukan dengan membandingkan nilai  $R^2$  atau koefisien determinansi dari setiap model isotherm.

Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan nilai  $R^2$  tertinggi adalah pada isotherm Freundlich sebesar 0,935 pada suhu 35°C dan 0,912 pada suhu 55°C. Hal ini mengindikasikan bahwa penyerapan sesuai dengan metode model keseimbangan Freundlich karena bisa dilihat nilai *Correlation Factor* ( $R^2$ ) nya yang paling mendekati nilai 1.

Hal ini mengindikasikan kemungkinan adsorpsi Rhodamin B oleh *fly ash* berlangsung pada multilayer dan heterogen. Sifat adsorpsi yang pada lebih satu lapisan ini dapat terjadi pada adsorpsi fisik. (Larasati, A. 2014)

## 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini yaitu *fly ash* teraktivasi dengan NaOH dapat mengadsorpsi zat warna *Rhodamin B* pada waktu keseimbangan selama 140 menit dengan konsentrasi awal 10 ppm menjadi 3,976 ppm pada larutan. Massa *fly ash* teraktivasi yang paling baik menyerap larutan *Rhodamin B* adalah 5 gram, suhu adsorpsi 55 °C, efektifitas penyerapan yang

didapatkan sebesar 89%. Mekanisme adsorpsi *Rhodamin B* menggunakan *fly ash* teraktivasi sebagai adsorben memenuhi model isotherm *Freundlich* dengan nilai  $R^2$  yaitu 0.935

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing dan yang bersangkutan karena telah memberikan masukan dan arahan serta bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amri, A., Supranto., dan Fakhrurozi, M. (2004). Keseimbangan adsorpsi Optional Campuran Biner Cd(II) dan Cr(III) dengan zeolit alam terimpregnasi 2-merkaptobenzotiazol. *Jurnal Natur Indonesia* 6 (2): 111-117 (2004). ISSN 1410-9379.
- Ashadi, Haryono dan Pranoto. (2015). Aktivasi, Karakterisasi, dan Aplikasi Bagasse *Fly ash* sebagai Adsorben Zat Warna Tekstil. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS) 2015,561*. Universitas Sebelas Maret. ISSN : 2407-4659.
- Aziz, A.S.A., Latifah A. M., Hasfalina, C. M., dan Nadavala S. K. (2014). Kinetic Modelling and Isotherm Studies for Copper (II) Adsorption onto Palm Oil Boiler Mill Fly Ahs (POFA) as a Natural Low-Cost Adsorbent. *BioResources Article*. Department of Environmental Sciences, Faculty of Environmental Studies, Universiti Putra Malaysia, UPM Serdang.
- Charismayani, Edy S, Ahmad Fadli. (2017). Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Fly Ash Sawit yang Dimodifikasi dengan NaOH sebagai Adsorben. Skripsi. Universitas Riau.
- Falahiyah (2015) . Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Abu dari Sabut dan Tempurung Kelapa Teraktivasi Asam Sulfat. *Skripsi* S1. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

- Malang.
- Farradina, C.S. (2012) Pemanfaatan Abu Layang Batubara (*Fly Ash*) Teraktivasi sebagai Adsorben Ion Logam  $Pb^{2+}$ . *Skripsi*. Universitas Airlangga. Surabaya
- Igwe, C., Okoronkwo, E., dan Uruakpa, N. (2008). Dye Removal from Waste Water by Adsorption onto Boiler Fly Ash. *Terrestrial and Aquatic Environmental Toxicology Journal*, 2(1), 44-48.
- Irani, K. (2009). Modifikasi Permukaan Abu Layang Menggunakan NaOH dan Aplikasinya Untuk Geopolimer : Sifat Fisik dan Mekanik. *Tesis*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Larasati, A., Suprihanto Notodarmojo. (2014). Keseimbangan dan Kinetika Penyisihan Orthofosfat dari Dalam Air dengan Metode Adsorpsi-Desorpsi. *Jurnal Teknik Lingkungan* Volume 20, Nomor 1, Mei 2014 (Hal 38-47). Institut Teknologi Bandung.
- Lianasari, A.E., Sondang, D.P., (2013). Penggunaan Limbah Bubur Kertas Dan Fly Ash Pada Batako (202m). *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (Konteks 7)* Yogyakarta. Universitas Sebelas Maret.
- Mufrodi, Z., Widiastuti, N., dan Ranny C.K. (2008). Adsorpsi Zat Warna Tekstil Dengan Menggunakan Abu Terbang (*Fly ash*) Untuk Variasi Massa Adsorben dan Suhu Operasi.. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2008 Bidang Teknik Kimia dan Tekstil* Yogyakarta. Universitas Ahmad Dahlan. ISBN : 978-979-3980-15-7.
- Sunardi. (2006). *Batubara dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.