



Adsorpsi Congo Red dan Remazol Red oleh Silika Pasir Pantai Panjang dengan Metode Spektroskopi



Sasti Yuliafitri^{*}, Eko Swistoro

Pascasarjana Pendidikan IPA FKIP Universitas Bengkulu, Indonesia

*Email: sstyulia@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33369/pendipa.8.3.498-502>

ABSTRACT

This study intended to 1) explain the process of synthesis silica from Bengkulu beach sand; 2) describe pH, weight, contact time, optimum temperature, thermodynamics, isotherms, kinetics of the Congo Red and Remazol Red adsorption process of silica from Bengkulu beach sand using spectroscopic UV-Vis analysis methods. Based on the experiments, the results were 1) The synthesis of silica from Bengkulu beach sand was carried out through the purification of the sample, the potassium silicate preparation (K_2SiO_3) by the alkali fusion method, gel making, and the silica gel preparation (SiO_2). The optimum adsorption condition of Congo Red substance by silica occurs at pH 2 and the contact time is 40 minutes, while the Remazol Red substance occurs at pH 3 and the contact time is 60 minutes, each adsorbent weight 75 mg and 50 mg, and the optimum temperature $30^\circ C$. The thermodynamic parameters acquired are ΔG° and ΔH° are negative, while the ΔS° is positive, which means that the process of adsorption occurs exothermic and spontaneously irregularities towards the increased system. Isotherm adsorption is determined through the Freundlich isotherm model and follows pseudo-order kinetic model 2.

Keywords: Adsorption; Alkali fusion, Eksoterm, Isotherm, Silika, Spectrophotometry.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) menjelaskan proses sintesis silika pasir alam Pantai Panjang; 2) mendeskripsikan pH, berat, waktu kontak, suhu optimum, termodinamika, isoterm, dan kinetika proses adsorpsi Congo Red dan Remazol Red oleh silika hasil sintesis pasir alam Pantai Panjang dengan metode analisis spektroskopi UV-Vis. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan diperoleh hasil : 1) Sintesis silika pasir alam Pantai Panjang Bengkulu dilakukan melalui tahap pemurnian sampel, pembuatan kalium silikat (K_2SiO_3) dengan metode alkali *fusion*, pembuatan gel, dan preparasi silika gel (SiO_2). 2) Kondisi optimum adsorpsi zat warna Congo Red oleh silika terjadi pada pH 2 dan waktu kontak 40 menit, sedangkan untuk zat warna Remazol Red terjadi pada pH 3 dan waktu kontak 60 menit, dengan masing-masing berat adsorben yaitu 75 mg dan 50 mg, dan suhu optimum $30^\circ C$. Parameter termodinamika yang diperoleh yaitu ΔG° dan ΔH° bernilai negatif, sedangkan ΔS° bernilai positif yang artinya proses adsorpsi terjadi secara eksoterm dan spontan dengan ketidakteraturan terhadap sistem bertambah. Isoterm adsorpsi ditentukan melalui model isoterm Freundlich dan mengikuti kinetika model pseudo orde 2.

Kata kunci: Adsorpsi; Alkali fusion, Eksoterm, Isotherm, Silika, Spektrofotometer.

PENDAHULUAN

Spektrofotometer dengan menggunakan metode spektroskopi (spektrometri) merupakan salah satu aplikasi gelombang elektromagnetik. Spektroskopi yaitu metode analisis yang mempelajari tentang hubungan antara radiasi, energi dan sinar (yang memiliki fungsi panjang gelombang) dengan benda. Fungsi dari

spektrofotometer adalah alat untuk mengukur absorbansi suatu sampel dengan cahaya pada panjang gelombang tertentu, tiap media akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu tergantung pada senyawa terbentuk atau warna (Cairns, 2009). Salah satu sampel yang dapat digunakan adalah silika dari pasir kuarsa

Pantai Panjang sebagai salah satu sumber daya alam yang ada di Provinsi Bengkulu.

Silika dari pasir pantai Panjang perlu disintesis terlebih dahulu untuk memisahkan ikatan kimia dengan unsur-unsur pengotor lain. Silika pasir pantai panjang tersebut dapat disintesis dengan metode alkali fusion. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa sintesis pasir alam slopeng dengan menggunakan metode alkali fusion menggunakan NaOH yang dileburkan pada suhu 500°C menghasilkan serbuk silika dalam orde nanometer dengan kemurnian 98,9% (Akbar, 2010). Metode alkali fusion tepat digunakan karena dapat menghasilkan kemurnian yang tinggi. Hasil sintesis dari pasir kuarsa pantai Panjang tersebut nantinya digunakan untuk menyerap zat warna *Congo Red* dan *Remazol Red* yang merupakan salah satu zat warna tekstil.

Zat warna tekstil merupakan salah satu pencemar yang bersifat non-biodegradable (sulit terurai), umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzena. Senyawa azo digunakan sebagai bahan celup, yang dinamakan azo dyes. Salah satu zat warna azo yang banyak digunakan adalah *Congo Red* dan *Remazol Red* sebagai zat warna pada industri batik. Senyawa azo bila terlalu lama berada di lingkungan akan menjadi sumber penyakit karena sifatnya karsinogenik dan mutagenik, oleh karena itu perlu dicari metode yang efektif untuk menguraikan limbah tersebut (Maria, dkk, 2007). Berdasarkan hal tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian berjudul **Adsorpsi Congo Red dan Remazol Red oleh Silika Pasir Pantai Panjang dengan Metode Spektroskopi**.

METODE PENELITIAN

1) Pengambilan Sampel

Sampel yang diambil dari 7 titik tersebut dimasukkan ke dalam plastik ukuran 2 kg dan dilakukan *quartering*. Sampel pasir hasil *quartering* dikeringkan di bawah sinar matahari selama 8 jam. Pasir hasil *quartering* ini adalah pasir yang akan digunakan untuk analisis dan sintesis silika.

2) Sintesis Silika

a) Pemurnian Sampel

Pemurnian sampel pasir dilakukan dengan proses *alkali fusion* kemudian proses perendaman selama 20 jam. Pasir disaring dengan kertas saring, lalu dicuci dengan

aquades beberapa kali hingga pH netral dan dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 18 jam. Kemudian, pasir didinginkan dan ditimbang, sehingga diperoleh pasir hasil pemurnian.

b) Pembuatan Kalium Silikat (K_2SiO_3)

Penelitian sintesis silika ini menggunakan metode *alkali fusion* dengan komposisi serbuk pasir dan KOH, adalah (pasir : KOH) 15 : 85 wt %. Hasil pemurnian sampel, kemudian dicampurkan dengan KOH sebanyak 170 gram dan dimasukkan ke dalam cawan keramik dan diaduk sampai merata. Selanjutnya, cawan keramik yang berisi campuran pasir dan KOH dimasukkan ke dalam *furnace*, diatur hingga suhu 360°C selama 4 jam, lalu didinginkan hingga temperatur kamar dan diperoleh kristal padat berwarna putih sebagai kalium silikat (K_2SiO_3).

c) Pembuatan Gel

Setelah diperoleh kristal padat berwarna putih sebagai kalium silikat (K_2SiO_3), kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker 1000 mL dan ditambahkan aquademin sebanyak 500 mL dan diaduk, diperoleh larutan kalium silikat. Larutan didiamkan selama 24 jam. Proses pendiaman ini dilakukan agar logam pengotor yang terkandung dalam larutan dapat mengendap sehingga diperoleh larutan kalium silikat yang lebih murni (Rachmawati, 2013). Selanjutnya, dilakukan proses penyaringan gel putih dengan kertas saring dan dicuci dengan aquademin beberapa kali hingga pH netral serta terbebas dari KCl, dan diperoleh silika gel basah.

d) Preparasi Silika (SiO_2)

Silika yang telah disaring dan dicuci, selanjutnya dikeringkan dengan oven hingga temperatur 60°C selama 18 jam, sehingga diperoleh serbuk silika. Silika yang sudah kering dihaluskan dengan mortar, kemudian serbuk silika yang dihasilkan ditimbang.

3) Penentuan pH Optimum

Sebanyak 0,2 gram silika ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam 10 mL larutan *Congo Red* dan *Remazol Red* dengan konsentrasi 100 ppm. Variasi pH larutan *Congo Red* dan

Remazol Red yaitu pH 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 diguncangkan menggunakan *shaker* selama 60 menit dengan kecepatan 150 rpm. Filtrat yang diperoleh kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis untuk penentuan absorbansinya.

4) Penentuan Waktu Kontak Optimum

Sebanyak 0,2 gram silika ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam 10 mL larutan *Congo Red* dan *Remazol Red* dengan konsentrasi 100 ppm. pH awal larutan *Congo Red* dan *Remazol Red* yaitu pH optimum yang diperoleh dari percobaan sebelumnya dengan variasi waktu kontak 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit dengan kecepatan 150 rpm. Filtrat yang diperoleh kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis untuk penentuan absorbansinya.

5) Penentuan Berat Adsorben Optimum

Berat adsorben optimum ditentukan dengan cara mengambil larutan standar zat warna *Congo Red* dan *Remazol Red* 10 mL dengan konsentrasi 100 ppm menggunakan pipet ukur. Lalu diatur pada pH optimum dan dimasukkan ke dalam botol vial, ditambahkan silika dengan variasi berat 50 mg, 75 mg, 100 mg, 125 mg, 150 mg dan 175 mg lalu diguncangkan selama waktu kontak optimum pada suhu kamar. Filtrat yang diperoleh kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis.

6) Penentuan Suhu Optimum

Dilakukan dengan mengambil 10 mL larutan warna *Congo Red* dan *Remazol Red* 100 ppm menggunakan pipet ukur, lalu diatur pada pH optimum. Diberi variasi suhu dengan cara pemanasan pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C. Ditambah berat *Congo Red* dan *Remazol Red* optimum dan diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm dengan waktu kontak optimum, diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

7) Penentuan Isoterm Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi maksimum diketahui dengan mengambil 10 mL larutan *Congo Red* menggunakan pipet ukur dengan variasi konsentrasi yaitu 25, 50, 75, 100, 125, 150, 250, dan 500 ppm, larutan *Remazol Red* dengan konsentrasi 500, 750, 1000, 1250 dan 1500 ppm yang telah diatur pada pH optimum. Ditambah silika dengan berat optimum dan diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm dalam waktu kontak optimum,

disaring larutan menggunakan kertas saring dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis.

8) Penentuan Kinetika Adsorpsi

Kinetika adsorpsi dapat ditentukan dengan cara menambahkan 75 mg silika ke dalam 10 mL larutan zat warna *Congo Red* dan 50 mg silika ke dalam 10 mL larutan zat warna *Remazol Red*. Variasi konsentrasi larutan (50 dan 100 ppm) dan variasi waktu kontak (5, 10, 20, 30, 40, 60, 90, 120 menit dan 24 jam), diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm. Diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sintesis Silika

1. Pemurnian Sampel

Residu hasil pengeringan didinginkan dan ditimbang, sehingga diperoleh residu pasir hasil pemurnian. Pada tahap pemurnian sampel terdapat filtrat yang merupakan senyawa-senyawa pengotor selain SiO₂ yang dipisahkan dari sampel yang telah terlarut dalam HCl.

2. Pembuatan Kalium Silikat (K₂SiO₃)

Pada penelitian ini digunakan KOH karena silika dapat bereaksi dengan basa. Perbandingan yang digunakan berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan rendemen silika dioksida (SiO₂) yang dihasilkan dari pasir alam Pantai Panjang Bengkulu berdasarkan variasi komposisi pasir dan KOH yaitu 20 : 80 wt%; 15 : 85 wt%; dan 10 : 90 wt% diperoleh silika secara berturut-turut sebanyak 6,3 gram; 15,35 gram; dan 13,5 gram. Persentase rendemen silika tertinggi pada komposisi pasir dan KOH 15 : 85 wt% yaitu 51,17% (Madina, 2017)

3. Pembuatan Gel

Setelah didiamkan 24 jam, dilakukan proses penyaringan dengan corong buchner dan pencucian gel putih beberapa kali hingga pH larutan pencuci netral. KCl yang terbentuk akibat penambahan HCl 10 M pada larutan kalium silikat dihilangkan dengan proses pencucian menggunakan aquademin. Setelah proses penyaringan dan pencucian diperoleh silika hidrogel.

4. Preparasi Silika Gel (SiO₂)

Rendemen silika hasil sintesis yang diperoleh dengan komposisi pasir : KOH pada 15 : 85 wt % adalah 48,67%. Banyaknya rendemen silika hasil sintesis yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh kandungan silika reaktif dalam setiap jenis pasir berbeda-beda. Sehingga dapat mempengaruhi jumlah rendemen silika yang dihasilkan (Mori, 2003)

B. Aplikasi Silika untuk Adsorpsi Red

1. Penentuan pH, Waktu Kontak, Berat Adsorben, dan Suhu Optimum Kondisi optimum adsorpsi zat warna oleh silika dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Optimum Zat Warna

Faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi	Kondisi optimum	
	<i>Congo Red</i>	<i>Remazol Red</i>
pH	2	3
Waktu kontak (menit)	40	60
Berat adsorben (mg)	75	50
Suhu (°C)	30	30

Dari hasil penentuan pH optimum adsorpsi terhadap kedua zat warna terjadi pada pH yang berbeda yaitu pH 2 untuk larutan zat warna *Congo Red* dan pH 3 untuk larutan zat warna *Remazol Red*, keduanya terjadi pada keadaan asam. Adsorpsi dipengaruhi oleh pH yaitu dengan mempengaruhi protonasi dari adsorben yang digunakan (Lasmana A,dkk, 2016)

Waktu kontak optimum zat warna *Congo Red* terjadi pada waktu kontak 40 menit, dengan konsentrasi *Congo Red* yang terserap paling besar yaitu 47,31 ppm dan kapasitas adsorpsi (Q) sebesar 4,73 mg/g dengan efisiensi 94,61%, sedangkan pada zat warna *Remazol Red* waktu kontak optimumnya adalah 60 menit. Pada waktu kontak 60 menit konsentrasi *Remazol Red* yang terserap paling besar yaitu 56,23 ppm dan kapasitas adsorpsi (Q) sebesar 5,62 mg/g dengan efisiensi lebih dari 100%, dengan demikian artinya seluruh zat warna terserap oleh adsorben.

Daya serap silika terhadap zat warna *Congo Red* dan *Remazol Red* paling besar yaitu pada suhu 30°C. Seiring dengan kenaikan suhu maka adsorpsi zat warna terus mengalami penurunan daya serap.

Adsorpsi optimum zat warna *Congo Red* terjadi pada berat adsorben 75 mg dengan jumlah larutan zat warna yang teradsorpsi sebesar 47,58 ppm, sedangkan untuk zat warna *Remazol Red* terjadi pada berat adsorben 50 mg dengan jumlah larutan zat warna yang teradsorpsi sebesar 56,42 ppm.

2. Penentuan Termodinamika Adsorpsi

Hasil penelitian disajikan dalam Table 2 sampai 5 di bawah. Berdasarkan tabel 4 dan tabel 5, diketahui bahwa nilai determinasi (R²) adsorpsi zat warna *Congo Red* oleh silika untuk kedua model memiliki selisih yang cukup jauh. Model Freundlich menunjukkan nilai R² sebesar 0,9797 dan model Langmuir sebesar 0,8754. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa proses adsorpsi zat warna *Congo Red* cenderung mengikuti model Freundlich karena memiliki nilai R² yang lebih besar.

Tabel 2. Termodinamika Adsorpsi

Suhu (°C)	<i>Congo Red</i>		
	ΔG° (kJ/mol)	ΔH° (kJ/mol)	ΔS° (J/mol.K)
30	-4,0408	-13,5335	0,0056
40	-1,6948		
50	2,1912		

Tabel 3. Termodinamika Adsorpsi Zat Warna *Remazol Red*

Suhu (°C)	<i>Remazol Red</i>		
	ΔG° (kJ/mol)	ΔH° (kJ/mol)	ΔS° (J/mol.K)
30	-3,7440	-24,3833	0,0059
40	-2,9419		
50	-2,4346		

3. Penentuan Isoterm Adsorpsi

Persamaan isoterm Freundlich :

$$\log Q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C$$

Untuk model isoterm Langmuir, parameter yang dapat di tentukan melalui persamaan garis lurusnya yaitu K_L dan Q_{max}. berikut adalah persamaan isoterm Langmuir :

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{Q_{max}K_L} + \frac{C_e}{Q_{max}}$$

Tabel 4. Isoterm Langmuir pada Adsorpsi Zat Warna Congo Red dan Remazol oleh Silika

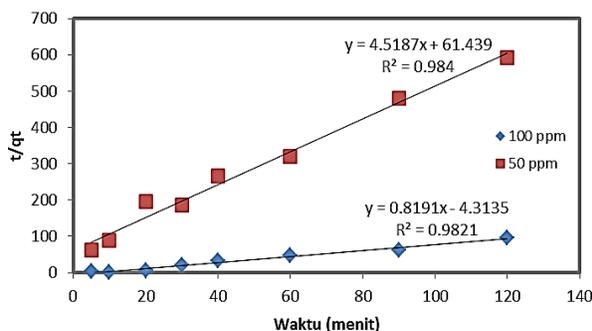
Zat Warna	Parameter Langmuir		
	K_L	Q_{max}	R^2
Congo Red	0,161	12,787	0,875
Remazol Red	0,035	107,526	0,2301

Tabel 5. Freundlich pada Adsorpsi Zat Warna Congo Red dan Remazol oleh Silika

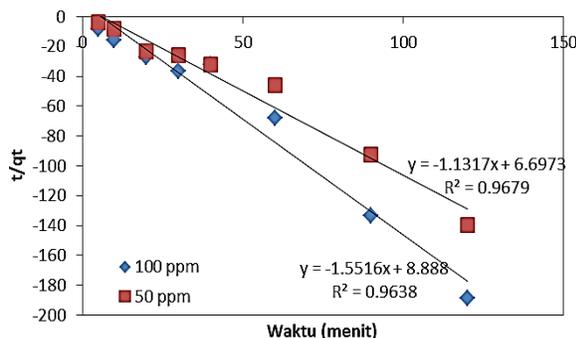
Zat Warna	Parameter Freundlich		
	K_F	N	R^2
Congo Red	1,390	0,468	0,979
Remazol Red	6,737	0,784	0,8435

4. Penentuan Kinetika Adsorpsi

Kurva kinetika adsorpsi zat warna Congo Red dan Remazol Red seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut ini:



Gambar 1. Kinetika Adsorpsi Zat Warna Congo Red Model Pseudo Orde 2



Gambar 2. Kinetika Adsorpsi Zat Warna Remazol Red Model Pseudo Orde 2

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa : 1) Sintesis silika pasir alam Pantai Panjang Bengkulu dilakukan melalui tahap pemurnian sampel, pembuatan kalium silikat (K_2SiO_3) dengan metode alkali *fussion*, pembuatan gel, dan preparasi silika gel (SiO_2). 2) Kondisi optimum adsorpsi zat warna Congo Red oleh silika terjadi pada pH 2 dan waktu kontak 40

menit, sedangkan untuk zat warna Remazol Red terjadi pada pH 3 dan waktu kontak 60 menit, dengan masing-masing berat adsorben yaitu 75 mg dan 50 mg, dan suhu optimum 30°C. Parameter termodinamika yang diperoleh yaitu ΔG° dan ΔH° bernilai negatif, sedangkan ΔS° bernilai positif yang artinya proses adsorpsi terjadi secara eksoterm dan spontan dengan ketidakteraturan terhadap sistem bertambah. Isoterm adsorpsi ditentukan melalui model isoterm Freundlich dan mengikuti kinetika model pseudo orde 2.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, Sulthoni. 2010. *Sintesis Silika Amorf Berbasis Pasir Alam Slopeng Menggunakan Metode Alkalifusion*. Skripsi: ITS. <http://digilib.its.ac.id>

Cairns, D. 2009. *Essentials of Pharmaceutical Chemistry Second Edition (Intisari Kimia Farmasi Edisi Kedua)*. Penerjemah: Puspita Rini. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC

Lasmana, A, dkk. 2016. Adsorpsi zat warna Congo Red menggunakan zeolit alam teraktivasi. *repository.unri.ac.id*

Madina, F. Esa, dkk. 2017. Analisis Kapasitas Adsorpsi Silika dari Pasir Pantai Panjang Bengkulu terhadap Pewarna Rhodamine B. <https://ejournal.unib.ac.id>

Maria Christina., Mu'nisatun., Rani Saptajji & Djoko Marjanto. (2007). Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange) dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron 350 Kev/10 Ma. *Jurnal Forum Nuklir*. No.1.Vol.1.31-44 ISSN 1978-8738. <http://jurnal.batan.go.id>

Mori, H. 2003. *Extraction of Silicon Dioxide from Waste Colored Glasses by Alkali Fusion Using Potassium Hydroxide*. *Journal of Materials Science*. ISSN 0022-2461 Vol. 38. <http://link.springer.com> Akses: 1 November 2018

Rachmawati, Veny. 2013. Pengolahan Limbah Cair Industri Pewarnaan Jeans Menggunakan Membran Silika Nanofiltrasi Aliran Cross Flow Untuk Menurunkan Warna Dan Kekeruhan. *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 2, No. 2, 113-117. <http://ejournal.its.ac.id>. ISSN 2337-3539