

KAPASITAS ADSORPSI METILEN BIRU OLEH LEMPUNG CENGAR TERAKTIVASI ASAM SULFAT

Alhusnalia Ramadhani¹, Muhdarina², Amilia Linggawati²

¹Mahasiswa Program S1 Kimia
²Bidang Kimia Fisika Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia
arhusna62@yahoo.com

ABSTRACT

Cengar clay activated sulfuric acid (LCA) was a residual solids synthesized liquid coagulant. LCA was obtained after calcination process at 700°C for 3 hours and activated with sulfuric acid 0.2; 0.4 and 0.6 mol. LCA has been used as an adsorbent for the adsorption of methylene blue dye aqueous solution. Methylene blue adsorption capacity was determined by the effect of stirring time and the concentration of the adsorbate. Through the Langmuir isotherm models it was obtained that the maximum adsorption capacity of methylene blue by LCA0,2; LCA0,4 and LCA0,6 was 2,0214 mg/g; 3,3955 mg/g and 3,8402 mg/g respectively with stirring time of 10 minutes and the optimum concentration 40 ppm. This LCA actually be able to remove methylene blue by 50.51% (LCA0,2); 53.53% (LCA0,4) and 77.74% (LCA0,6).

Keywords: Activated clay, calcination, sulfuric acid, adsorption capacity.

ABSTRAK

Lempung Cengar teraktivasi asam sulfat (LCA) merupakan padatan sisa pembuatan koagulan cair. LCA diperoleh setelah melalui proses kalsinasi 700°C selama 3 jam dan diaktivasi dengan asam sulfat 0,2; 0,4 dan 0,6 mol. LCA telah digunakan sebagai adsorben untuk penjerapan pewarna metilen biru dari larutan berair. Kapasitas adsorpsi metilen biru ditentukan berdasarkan pengaruh waktu pengadukan dan konsentrasi adsorbat. Melalui model isotherm Langmuir didapatkan kapasitas adsorpsi maksimum metilen biru oleh LCA0,2; LCA0,4 dan LCA0,6 berturut-turut sebesar 2,0214 mg/g; 3,3955 mg/g dan 3,8402 mg/g dengan waktu pengadukan 10 menit dan konsentrasi optimum 40 ppm. Ternyata LCA ini mampu menjerap metilen biru masing-masing sebesar 50,51% (LCA0,2); 53,53% (LCA0,4) dan 77,74% (LCA0,6).

Kata Kunci : Lempung teraktivasi, kalsinasi, asam sulfat, kapasitas adsorpsi

PENDAHULUAN

Lempung yang biasanya dikenal sebagai tanah liat adalah material yang memiliki ukuran diameter partikel $< 2 \mu\text{m}$ dan dapat ditemukan dekat permukaan bumi. Penelitian saat ini yang berkembang di Laboratorium Sains Material jurusan kimia FMIPA UR adalah pemanfaatan lempung Cengar sebagai koagulan cair.

Syahroni (2014) telah memanfaatkan lempung Cengar sebagai koagulan cair untuk pengolahan air gambut. Koagulan cair tersebut didapatkan dengan mengkalsinasi lempung Cengar pada suhu 700°C selama 3 jam. Selanjutnya lempung kalsinasi diaktivasi menggunakan asam sulfat (0,2; 0,4; dan 0,6) mol. Selain terbentuknya koagulan cair, dihasilkan pula produk lain berupa padatan yang disebut sebagai padatan lempung teraktivasi asam sulfat (LCA). Padatan teraktivasi ini biasanya tidak digunakan lagi dan dibuang, sehingga membuka peluang terjadinya pencemaran lingkungan, karena diperkirakan masih mengandung asam di permukaannya. Oleh karena itu padatan sisa ini akan dimanfaatkan sebagai adsorben.

Padatan teraktivasi asam sulfat (LCA) ini akan diuji kemampuan adsorpsinya terhadap zat warna metilen biru. Pemilihan zat warna metilen biru merupakan pewarna standar untuk menentukan luas permukaan suatu adsorben. Luas permukaan menggambarkan kapasitas adsorpsi

Metilen biru merupakan salah satu zat warna yang digunakan pada industri tekstil. Metilen biru digunakan sekitar 5% dalam pewarnaan sedangkan sisanya 95% akan dibuang ke badan air,

sehingga dapat mencemari lingkungan. Senyawa ini sangat stabil sehingga sulit terdegradasi di alam dan berbahaya bagi lingkungan apabila dalam konsentrasi yang sangat besar karena dapat meningkatkan nilai *chemical oxygen demand* (COD) yang dapat merusak keseimbangan ekosistem lingkungan (Riyanto dkk., 2009).

Hal ini yang menyebabkan peneliti akan memanfaatkan lempung Cengar teraktivasi asam sulfat (LCA) untuk menyerap pewarna metilen biru. Kemampuan adsorpsi LCA tersebut dipelajari melalui isoterm Langmuir.

METODE PENELITIAN

a. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis (UV mini – 1240 Shimadzu), neraca analitik, desikator, *shaker waterbath* (Sibata-120), spatula, *centrifuge* (Centromix), *furnace* (Vulcan TM seri A-130), oven, erlenmeyer, *beaker glass*, corong dan peralatan gelas lainnya.

Bahan-bahan yang digunakan adalah lempung alam Desa Cengar, Kecamatan Lubuk Jambi, Kabupaten Kuantan Singingi, Provinsi Riau, H_2SO_4 E-Merck 90%, Metilen Biru Merck, Akuades.

b. Penyediaan Sampel

Padatan lempung Cengar teraktivasi asam sulfat diberi kode masing-masing sesuai dengan mol aktivator (LCA0,2; LCA0,4 dan LCA0,6). Sebelum diaplikasikan sebagai adsorben, LCA dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 230°C selama 5 jam.

c. Pengaruh waktu pengadukan adsorpsi metilen biru

Sebanyak 0,1 g masing-masing LCA dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan dengan larutan metilen biru 10 ppm sebanyak 20 ml. selanjutnya erlenmeyer dimasukkan ke dalam *shaker waterbath* pada kecepatan 120 rpm, temperatur 30°C dengan variasi waktu kontak (3, 5, 10, 12, dan 15) menit. Campuran dipisahkan dengan menggunakan *centrifuge*. Filtrat bagian atas yang berisi metilen biru sisa diambil dan diukur menggunakan spektrofotometer sinar tampak.

d. Pengaruh konsentrasi adsorbat terhadap adsorpsi metilen biru

Sebanyak 0,1 g LCA dalam erlenmeyer 50 ml dikontakkan dengan larutan metilen biru (10,15,20, 25) ppm sebanyak 20 ml dengan waktu optimum (point c) dan pada suhu 50°C. Campuran dipisahkan dengan menggunakan *centrifuge*. Filtrat bagian atas yang berisi metilen biru sisa diambil dan diukur menggunakan spektrofotometer sinar tampak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengaruh waktu pengadukan adsorpsi metilen biru

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat waktu pengadukan optimum terjadi pada menit ke 10 dengan nilai efisiensi serapan sebesar 72,224% (LCA0,2); 74,914% (LCA0,4) dan 86,675% (LCA0,6). Hal ini menunjukkan bahwa

pengaruh mol asam sulfat sebagai aktivator merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi. Semakin tinggi kandungan mol asam sulfat untuk mengaktifkan lempung maka semakin tinggi pula nilai kapasitas adsorpsi dari adsorben tersebut. Reviola (2014) melaporkan hasil penelitiannya bahwa nilai kapasitas tukar kation (KTK) dari masing-masing adsorben yang semakin bertambah dengan kenaikan mol aktivator. Oleh karena itu, adsorben LCA0,6 memiliki nilai kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan LCA0,4 dan LCA0,2.

Jumlah metilen biru yang teradsorpsi pada adsorben meningkat tajam pada menit ke 3–10, khususnya pada LCA0,2. Hasil penjerapan metilen biru oleh lempung Cengar teraktivasi asam sulfat (LCA0,2; LCA0,4 dan LCA0,6) berturut-turut adalah 1,3501 mg/g; 1,4004 mg/g dan 1,6202 mg/g (Tabel 1). Almeida dkk, (2009) melaporkan bahwa penjerapan metilen biru dengan montmorilonit mencapai kesetimbangan dalam waktu kurang dari 30 menit. Pada menit ke 12 hingga 15 setelah adsorpsi terjadi, jumlah metilen biru yang terjerap menurun setiap LCA. Hal ini terjadi karena dengan meningkatnya waktu maka situs aktif pada permukaan adsorben semakin tertutupi oleh molekul adsorbat. Oleh karena itu situs aktif pada permukaan lempung semakin berkurang sehingga kesempatan adsorbat terjerap di permukaan menurun (mencapai kondisi jenuh) (Nugraha, 2013).

Tabel 1. Adsorpsi lempung Cengar teraktivasi asam sulfat terhadap metilen biru dengan variasi waktu kontak. ($C_0 = 9,356$ ppm; $w = 0,1$ g; $V = 20$ mL; $T = 30^\circ\text{C}$)

Waktu Pengadukan t (menit)	Kapasitas Adsorpsi q_e (mg/g)			Efisiensi Adsorpsi (%)		
	LCA0,2	LCA0,4	LCA0,6	LCA0,2	LCA0,4	LCA0,6
3	0,6778	1,0956	1,4007	36,263	58,614	74,932
5	0,8902	1,3369	1,543	47,621	71,518	82,546
10	1,3501	1,4004	1,6202	72,224	74,914	86,675
12	1,2817	1,3245	1,4964	68,569	70,857	80,053
15	1,2553	1,2909	1,4775	67,157	69,061	79,043

Tabel 2. Adsorpsi lempung Cengar teraktivasi asam sulfat (LCA) terhadap metilen biru dengan variasi konsentrasi adsorbat. ($w = 0,1$ g; $t = 10$ menit; $T = 50^\circ\text{C}$; $V = 20$ mL)

Konsentrasi Adsorbat, (ppm)	Kapasitas Adsorpsi q_e (mg/g)			Efisiensi (%)		
	LCA0,2	LCA0,4	LCA0,6	LCA0,2	LCA0,4	LCA0,6
10	1,0768	1,0925	1,7131	59,47	60,28	94,61
15	1,4542	1,8378	2,7166	51,4	64,91	96,04
20	2,1087	2,2563	3,5928	55,07	58,88	93,84
25	2,2541	2,9085	4,3174	47,04	60,69	90,18
40	3,9447	4,181	6,0716	50,51	53,53	77,74
50	3,3812	3,6575	5,5444	34,27	37,04	56,21
60	1,7396	2,8467	3,6248	14,77	24,19	30,34

Keterangan:

LCA0,2 : lempung Cengar teraktivasi asam sulfat 0,2 mol

LCA0,4 : lempung Cengar teraktivasi asam sulfat 0,4 mol

LCA0,6 : lempung Cengar teraktivasi asam sulfat 0,6 mol

b. Pengaruh konsentrasi adsorbat terhadap adsorpsi metilen biru

Pada pengaruh konsentrasi adsorbat terhadap adsorpsi metilen biru yang terjerap per g lempung teraktivasi asam sulfat mencapai nilai optimum pada konsentrasi awal 40 ppm. Setiap LCA (LCA0,2; LCA0,4 dan LCA0,6) memperoleh nilai optimum yang sama terhadap pengaruh konsentrasi adsorbat dengan

kapasitas adsorpsinya berturut turut yaitu (3,9447; 4,1810 dan 6,0716) mg/g seperti Tabel 2.

Pada saat lempung Cengar teraktivasi asam sulfat (LCA) dikontakkan dengan konsentrasi adsorbat lebih tinggi yaitu 50 dan 60 ppm, didapatkan kapasitas adsorpsinya menurun. Hal ini menunjukkan adsorpsi metilen biru pada konsentrasi lebih tinggi mencapai keadaan jenuh dan

hampir semua situs adsorpsi yang tersedia pada adsorben lempung ditempati oleh adsorbat. Pada kondisi ini maka tidak terjadi lagi peningkatan proses adsorpsi bahkan terjadi proses desorpsi. Hasil penelitian Shiau dkk (2004) menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi pada pewarna Basic Green 5 dengan menggunakan lempung aktivasi asam nitrat meningkat pada konsentrasi 300-500 ppm. Kapasitas adsorpsinya menurun atau relatif konstan dengan peningkatan konsentrasi, yaitu 700 ppm.

c. Isoterm Langmuir

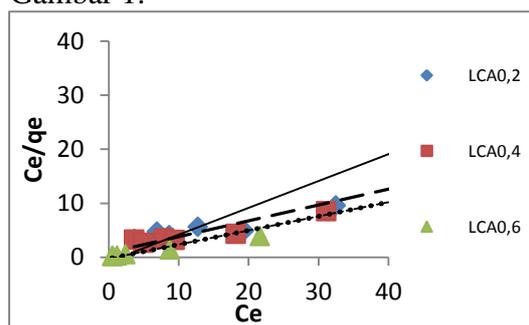
Data adsorpsi metilen biru pada variasi konsentrasi digunakan untuk menentukan kesetimbangan yang terjadi pada proses adsorpsi metilen biru. Data tersebut dicantumkan dalam bentuk tabel untuk mendapatkan isoterm Langmuir. Asumsi utama dari model Langmuir adalah bahwa adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben homogen, dengan masing-masing situs yang membawa jumlah adsorben dan adsorbat yang sama. Hal ini berarti bahwa setelah molekul adsorbat menempati sebuah situs, tidak ada lagi adsorpsi lanjut yang dapat terjadi di situs tersebut.

kapasitas adsorpsi maksimum ditentukan berdasarkan persamaan isoterm Langmuir:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{Q_m b} + \frac{C_e}{Q_m} \quad (1)$$

Nilai Q_m menunjukkan kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorpsi larutan metilen biru oleh lempung, semakin besar nilai Q_m pada persamaan Langmuir menunjukkan kapasitas adsorpsi makin besar pula. Untuk

menentukan persamaan isoterm Langmuir harga C_e dan C_e/q_e ditentukan terlebih dahulu, dengan memplot harga C_e/q_e versus C_e dihasilkan persamaan linier dari grafik dengan slope $1/Q_m$ dan intersept $1/Q_m b$, sehingga Q_m dapat ditentukan. Dari grafik yang sama b dapat dihitung (Tabel 3). Hasil pemetaan dengan grafik seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Isoterm Langmuir dari LCA0,2; LCA0,4 dan LCA0,6 untuk adsorpsi metilen biru

Gambar 1 menunjukkan plot Langmuir untuk adsorpsi metilen biru oleh adsorben lempung Cengar teraktivasi asam sulfat. Terlihat bahwa nilai korelasi tertinggi diperoleh setiap adsorben LCA0,6 adalah 0,9625.

Tabel 3. Parameter isoterm Langmuir pada LCA

Lempung Cengar	Q_m (mg/g)	b	R_L	R^2
LCA0,2	2,0214	0,6778	0,0364	0,8376
LCA0,4	3,3955	0,34381	0,0692	0,9193
LCA0,6	3,8402	1,0333	0,0241	0,9625

Berdasarkan Tabel 3, LCA0,6 memiliki harga Q_m yang tertinggi. Hal ini menandakan bahwa LCA0,6 memiliki kemampuan penyerapan yang terbaik dibandingkan adsorben lainnya. Kemampuan penyerapan yang terbaik

untuk LCA0,6 didukung oleh nilai b pada LCA0,6 yang tertinggi dari setiap adsorben. Nilai b yang tinggi mengindikasikan energi ikat antara adsorbat dengan adsorben semakin besar. Semakin besar energi ikat yang terjadi maka semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben. Parameter keseimbangan (R_L) merupakan karakteristik penting dari isoterm Langmuir, terkait dengan bentuk isoterm. Nilai R_L menunjukkan jenis isoterm yang baik jika $0 < R_L < 1$ (Auta dkk, 2013). Berdasarkan nilai R_L , semua sistem yang diamati didominasi oleh proses adsorpsi. Secara keseluruhan adsorben dengan mol aktivator yang tertinggi yaitu 0,6 adalah yang terbaik.

KESIMPULAN

Hasil sampling produksi koagulan cair berupa padatan (LCA0,2; LCA0,4 dan LCA0,6) memiliki kapasitas adsorpsi maksimum (Q_m) terhadap larutan metilen biru sebesar 2,0214; 3,3955 dan 3,8402 mg/g dengan konsentrasi awal metilen biru yang terjerap 40 ppm dan waktu pengadukan optimum 10 menit. Ternyata masing-masing LCA masih mampu menjerap metilen biru sebesar 50,51% (LCA0,2); 53,53% (LCA0,4) dan 77,74% (LCA0,6).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih disampaikan kepada pihak yang telah membantu terselesaikannya penelitian ini yaitu kepala Laboratorium dan Pranata Laboratorium Pendidikan Sains Material Jurusan Kimia, Fakultas

Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, C.A.P., Debacher, N.A., Downs, A.J., Cottet L., and Mello, C.A.D. 2009. Removal of Methylene Blue from Colored Effluents by Adsorption on Montmorillonite Clay. *Journal Colloid Interface Sci.* 332: 46–53.
- Auta, M., and Hameed, H. B. 2013. Acid Modified Local Clay Beads as Effective Low-Cost Adsorbent for Dynamic Adsorption of Methylene Blue. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 19: 1153–1161.
- Nugraha, A.N. 2013. Mekanisme Adsorpsi Kation Pb(II) Pada Lempung Cengar Teraktivasi Asam Sulfat. *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Riau, Pekanbaru
- Rafatullah, M. Sulaiman, O. Hashim, R. and Anees,A. 2009. Adsorption of Methylene Blue on Low-Cost Adsorbents. *Journal of Hazardous Materials* 177: 71
- Reviola, F. 2014. Karakterisasi Lempung Cengar Teraktivasi Asam Sulfat. *Skripsi*. Jurusan Kimia, FMIPA. Universitas Riau.
- Riyanto dan Shabur,T. 2009. Degradasi Senyawa Metilen Biru dengan Metode Elektrolisis

- Menggunakan Elektroda Platinum. *Laporan Penelitian*. Program Studi Ilmu Kimia, FMIPA. Universitas Islam Indonesia.
- Shiau, C.Y and Pan,C.C. 2004. Adsorption of Basic Dyes from Aqueous Solution by Various Adsorbents. *Separation Science and Technology*. Vol. 39, No. 8: 1733–1750
- Syahroni, R. 2014. Kalsinasi dan Pelindian Lempung Alam Cengar untuk Produksi Koagulan Cair dan Aplikasinya pada Pengolahan Air Gambut. *Skripsi*. Jurusan Kimia, FMIPA. Universitas Riau, Pekanbaru.