

POTENSI ZEOLIT ALAM ENDE SEBAGAI MEDIA ADSORBEN KOMPETITIF PEWARNA BIRU METILENA DAN METIL ORANYE

Yulius Dala Ngapa*, Yasinta Embu Ika

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan - Universitas Flores,
Jl. Sam Ratulangi Ende-Flores, Indonesia, 86319
ydalangapa@gmail.com

ABSTRAK: Limbah yang berasal dari industri tekstil dianggap sebagai sumber potensial pencemaran lingkungan khususnya air karena mengandung pewarna yang berbahaya. Dalam penelitian ini zeolit alam digunakan sebagai alternatif adsorben yang efektif dan efisien untuk mengatasi pencemaran akibat pewarna biru metilena dan metil oranye. Aktivasi zeolit alam dilakukan dengan larutan HCl 3 M dan dikarakterisasi menggunakan difraksi sinar-X (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Proses adsorpsi biru metilena dan metil oranye dipelajari pada variasi bobot adsorben, waktu kontak, dan pH. Konsentrasi zat pewarna yang tertinggal dalam larutan diamati dengan instrumen Spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi zeolit alam dalam menyerap biru metilena sebesar 21,189 mg/g dan metil oranye sebesar 18,208 mg/g. Kondisi optimum adsorpsi biru metilena dan metil oranye dicapai dengan bobot adsorben berturut-turut 0,3 g dan 0,4 g, waktu kontak berturut-turut 60 menit dan 90 menit, serta pH berturut-turut 6 dan 2. Faktor bobot adsorben, waktu kontak, dan pH memberikan pengaruh terhadap penyerapan biru metilena maupun metil oranye oleh zeolit alam Ende.

Kata kunci: zeolit alam, adsorpsi, aktivasi, biru metilena, metil oranye

ABSTRACT: Waste from the textile industry is considered as a potential source of environmental pollution, especially water because it contains dangerous dyes. In this research, natural zeolite was used as an effective and efficient alternative adsorbent to overcome pollution caused by methylene blue and methyl orange dyes. Activation of natural zeolite was carried out with aqueous solution of HCl 3 M and characterized using X-Ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscope (SEM). The methylene blue and methyl orange adsorption processes were studied on various weight of the adsorbent, contact time, and pH. The concentration of dyes remaining in the solution was observed with Spectrophotometer UV-Vis. The results showed that the adsorption capacities of activated natural zeolite were 21.189 mg / g and 18.208 mg / g for methylene blue and methyl orange, respectively. The optimum conditions of methylene blue were 0.3 g of adsorbent weight, 60 minutes of contact time, and 6 of pH while for the methyl orange adsorption were achieved at 0,4 g of adsorbent weight, 90 minutes of contact time and 2 of pH.

Keywords: natural zeolite, adsorption, activation, methylene blue, methyl oranye

1. PENDAHULUAN

Salah satu industri unggulan yang dikembangkan di Indonesia adalah industri tekstil dan garmen. Adanya industri tersebut telah mampu menekan angka pengangguran di Indonesia karena merupakan industri padat karya yang

menyerap tenaga kerja dalam jumlah banyak. Selain itu, industri tekstil juga berperan sebagai penyumbang devisa negara [1]. Akan tetapi, perkembangan industri tekstil dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan jika tidak diimbangi dengan pengolahan limbah

pewarna selama proses produksi. Limbah pewarna cair dari industri tekstil akan memberikan kontribusi besar terhadap pencemaran lingkungan [2].

Penggunaan zat warna sintetis pada industri ini merupakan strategi alternatif disebabkan sifatnya yang lebih stabil dibandingkan pewarna alami, mudah memperolehnya, dan harga yang relatif tidak mahal [3]. Pewarna organik seperti biru metilena dan metil oranye adalah pewarna yang paling banyak digunakan. Kemampuan penyerapan kain terhadap pewarna sekitar 80-85%, dan sisanya akan hilang dalam proses pencucian. Limbah pewarna sintetis yang dilepaskan ke dalam air akan menjadi bahaya besar bagi kesehatan manusia dan lingkungan karena sifat toksisitas dan bahkan karsinogenisitasnya, serta sulit didegradasi oleh mikroorganisme [4].

Selama beberapa tahun terakhir ada beberapa metode yang telah dikembangkan untuk mengendalikan dan menghilangkan limbah pewarna yang terdapat di perairan seperti ultrafiltrasi, koagulasi, perlakuan biologi, elektrokimia, dan adsorpsi [5-8]. Di antara metode yang dikembangkan tersebut, adsorpsi dipilih sebagai metode yang paling potensial dilakukan karena pengoperasiannya yang mudah, efisiensi tinggi, dan biaya yang rendah, serta tidak menimbulkan efek samping yang berbahaya [9].

Adsorpsi adalah proses penyerapan suatu molekul (adsorbat) pada permukaan zat lain (adsorben) disebabkan adanya gaya tarik menarik antara kedua zat tersebut [10]. Inovasi adsorben yang dikembangkan adalah sumber daya alam mineral yang memiliki kemampuan penyerapan tinggi, mudah diperoleh dengan biaya murah, dan ketersediaannya berlimpah. Kriteria tersebut ada pada zeolit alam [11].

Zeolit merupakan mineral alumino silikat berbentuk tetrahedral TO_4 ($T = Al, Si$) yang terhidrasi dalam logam-logam alkali dan alkali tanah [12]. Zeolit alam yang tersebar di kabupaten Ende – NTT sekitar 20 juta ton. Cadangan yang cukup

besar tersebut dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk keperluan di bidang lingkungan [13].

Pemanfaatan zeolit alam Ende sebagai adsorben limbah dalam cairan telah dilakukan dan hasilnya menunjukkan bahwa kualitas zeolit alam Ende sebagai adsorben tidaklah berbeda dengan zeolit yang umumnya digunakan dalam penelitian yang berasal dari daerah Bayah dan Cikalong [14]. Penelitian adsorpsi pewarna anion (metil oranye) menggunakan zeolit NaA/CuO menunjukkan efisiensi adsorpsi zeolit terhadap limbah mencapai 98% [15].

Untuk lebih mengoptimalkan pemanfaatan zeolit alam Ende, maka diperlukan kajian mendalam mengenai potensi dan karakterisasinya sebagai adsorben. Zeolit alam memiliki rasio Si/Al yang besar namun masih mengandung pengotor dalam bentuk oksida logam sehingga luas permukaannya menjadi rendah. Mengatasi hal tersebut diperlukan suatu perlakuan aktivasi dengan tujuan dapat meningkatkan kemampuan adsorpsinya.

Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan data karakterisasi zeolit alam Ende. Selain itu, kemampuan adsorpsi zeolit alam Ende juga perlu diketahui tidak hanya pada pewarna kation (biru metilena) tetapi juga kemampuan adsorpsinya terhadap pewarna anion (metil oranye). Penelitian ini juga merupakan salah satu upaya dalam mengatasi pencemaran yang disebabkan oleh limbah pewarna tekstil.

1. PERCOBAAN

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah adsorben zeolit alam Ende, HCl p.a Merck 38%, aquades, indikator universal, biru metilena Merck 115943, dan metil oranye C. I. 13025.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sentrifuse Kokusan H-107, shaker Titramax 101, SSA (Spektrofotometer Serapan Atom) Shimadzu AA-7000, spektrofotometer UV-

Vis Shimadzu 1700, *Scanning Electron Microscope* (SEM) Carl-Zeiss Bruker EVO MA10, *X-Ray Diffraction* (XRD) D4 Bruker, neraca analitik, tanur, oven, dan peralatan gelas.

2.2 Metode

Preparasi Zeolit Alam

Sampel zeolit alam diubah ukurannya menjadi serbuk halus dengan ukuran butir lolos ayakan 200 mesh, dicuci dengan akuades, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 4 jam, dan disimpan dalam desikator untuk pemakaian selanjutnya.

Aktivasi Zeolit Alam

Sampel zeolit alam diaktivasi secara kimia. Aktivasi kimia dilakukan dengan mencampurkan 50 gram zeolit dalam larutan HCl pada konsentrasi 3 M. Campuran diaduk dengan pengaduk magnet selama 3 jam, kemudian dibilas dengan akuades sampai pH netral dan dikeringkan dalam tanur pada suhu 300 °C selama 3 jam.

Karakterisasi Zeolit Alam Ende

Karakterisasi zeolit alam Ende dianalisis menggunakan instrumen Difraksi Sinar-X (*X-Ray Diffraction* / XRD), morfologi permukaan zeolit alam dianalisis menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Pembuatan Larutan Standar Biru Metilena dan Metil Oranye 1000 mg/L

Sebanyak 0,5 g serbuk biru metilena dan 0,5 g metil oranye masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL dan diencerkan hingga tanda batas.

Penentuan Panjang Gelombang untuk Penyerapan Biru Metilena dan Metil Oranye

Penentuan panjang gelombang dilakukan dengan mengukur absorbansi larutan standar pada rentang panjang gelombang 650 – 700 nm untuk biru

metilena dan 300 – 600 nm untuk metil oranye.

Pembuatan Kurva Standari Biru Metilena dan Metil Oranye

Larutan deret standar biru metilena dan metil oranye dengan konsentrasi 1; 2; 3; 4; 5; dan 6 mg/L dibuat dari larutan induk melalui proses pengenceran, dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum.

Penentuan Bobot Optimum

Adsorben zeolit dengan variasi bobot 0,1;0,2;0,3;0,4;0,5;0,6 g ditambahkan dalam 20 mL biru metilena dan metil oranye dengan konsentrasi 400 mg/L, larutan dikocok selama 1 jam. Larutan disentrifus selama 15 menit dengan kecepatan 5000 rpm. Larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang diperoleh.

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Bobot optimum yang diperoleh ditambahkan dalam 20 mL biru metilena dan metil oranye dengan konsentrasi 400 mg/L, kemudian dikocok dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit. Larutan disentrifus selama 15 menit dengan kecepatan 5000 rpm. Larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang diperoleh.

Penentuan pH Optimum

Bobot optimum yang diperoleh ditambahkan dalam 20 mL biru metilena dan metil oranye dengan konsentrasi 400 mg/L, kemudian dikocok pada waktu optimum. Larutan disentrifus selama 15 menit dengan kecepatan 5000 rpm. Larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang diperoleh.

Penentuan Isoterm Adsorpsi

Bobot optimum yang diperoleh ditambahkan dalam 20 mL biru metilena

dan metil oranye dengan konsentrasi variasi konsentrasi 100, 200, 400, 600, 800, 1000 mg/L, kemudian dikocok pada waktu dan pH optimum yang diperoleh. Larutan disentrifus selama 15 menit dengan kecepatan 5000 rpm. Larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang diperoleh. Kapasitas adsorpsi dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$q_e = \frac{V(C_o - C_e)}{m} \quad (1)$$

Keterangan :

- q_e = kapasitas adsorpsi (mg/g)
- V = volume larutan (L)
- C_o = konsentrasi awal pewarna (mg/L)
- C_e = konsentrasi akhir pewarna (mg/L)
- m = massa zeolit (gram)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Sampel Zeolit Alam

Preparasi awal dilakukan dengan menghaluskan zeolit hingga dihasilkan serbuk halus berukuran 150 mesh. Proses ini bertujuan untuk menghomogenkan ukuran dan memperbesar permukaan kontak sehingga kemampuan adsorpsi zeolit dapat lebih optimal. Pencucian dan pemanasan yang dilakukan di tahap preparasi untuk menghilangkan pengotor dan menguapkan air yang terdapat sehingga dapat memperbesar ukuran pori [16].

Aktivasi Zeolit Alam

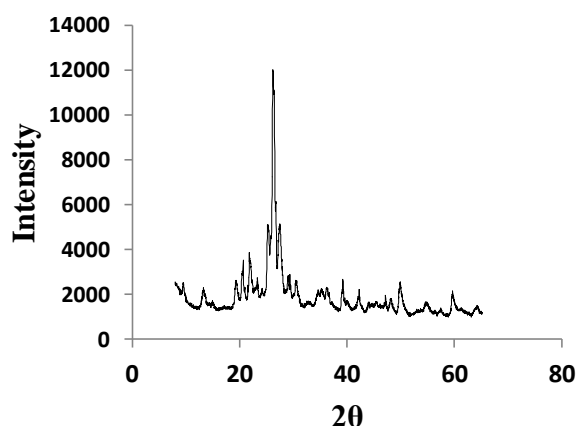
Zeolit alam masih mengandung uap air dan oksida logam sehingga menyebabkan kemampuan adsorpsi dan penukar ionnya rendah. Untuk meningkatkan kualitas zeolit alam diperlukan proses aktivasi. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan oksida logam yang terjerap dan menutupi

permukaan zeolit sehingga bidang kontak menjadi lebih besar. Penambahan luas bidang kontak dapat meningkatkan kemampuan zeolit sebagai adsorben [17].

Karakterisasi Zeolit Alam Ende

XRD merupakan suatu metode analisis kualitatif dan kuantitatif yang berfungsi untuk menganalisis struktur serbuk zeolit. Semua material yang mengandung kristal tertentu apabila dianalisis dengan XRD akan menghasilkan puncak-puncak yang khas. Difraktogram hasil analisis zeolit alam ditampilkan pada Gambar 1.

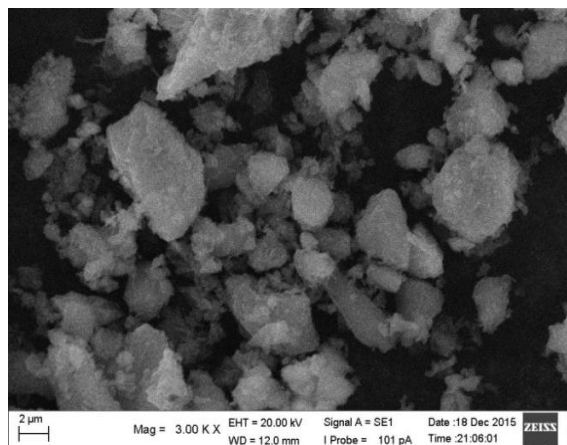
Hasil analisis XRD menunjukkan bahwa jenis zeolit alam Ende adalah campuran klinoptilolit dan mordenit. Hal ini dibuktikan oleh puncak-puncak karakteristik pada data JCPDS (*Joint Committee on Powder Diffraction Standard*) dengan intensitas tinggi yang muncul pada sudut 25.60° , 26.25° , dan 27.67° untuk mordenit, serta intensitas klinoptilolit muncul pada sudut 9.74° , 13.38° , dan 29.07° . Puncak-puncak dengan intensitas tertinggi dimiliki oleh mordenit hal ini mengindikasikan bahwa mordenit merupakan jenis zeolit alam dengan kelimpahan besar yang tersebar di Ende.



Gambar 1. Difraktogram zeolit alam Ende

Morfologi partikel kristal diamati dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*) pada perbesaran 3000 kali.

Gambar 2 menunjukkan morfologi permukaan zeolit alam Ende. Indikator zeolit alam berdasarkan pengamatan SEM ditunjukkan dengan material berupa susunan lembaran pipih berbentuk seperti batangan dengan susunan menumpuk dan acak [18].



Gambar 2. Morfologi permukaan zeolit alam (Perbesaran 3000x)

Tabel 1 Kapasitas Adsorpsi Zeolit Alam Terhadap Biru Metilena dan Metil Oranye pada Berbagai Bobot Adsorben

Bobot Adsorben (g)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)	
	Biru Metilena	Metil Oranye
0,1	4,817	3,935
0,2	6,913	4,093
0,3	12,454	7,178
0,4	11,761	10,514
0,5	9,483	9,205
0,6	8,013	8,184

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum untuk Penyerapan Biru Metilena dan Metil Oranye

Konsentrasi biru metilena dan metil oranye secara kualitatif dapat dibandingkan dari intensitas warnanya yang akan memudar ketika proses adsorpsi berakhir, dan secara kuantitatif penentuan

diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada kisaran panjang gelombang 600 – 700 nm untuk biru metilena, dan 400 – 550 nm untuk metil oranye. Panjang gelombang maksimum biru metilena dan metil oranye berturut-turut diperoleh pada 664 nm dan 463 nm.

Penentuan Bobot Optimum

Bobot adsorben yang digunakan berkisar dari 0,1 hingga 0,6 g. Pengaruh bobot adsorben pada kapasitas adsorpsi zeolit terhadap biru metilena dan metil oranye dapat dilihat pada Tabel 1.

Bobot adsorben optimum untuk penjerapan biru metilena adalah sebesar 0,3 g. Bobot adsorben optimum untuk penjerapan metil oranye sebesar 0,4 g. Titik optimum terjadi karena semakin banyak adsorben yang digunakan maka semakin luas permukaan (tapak aktif zeolit) tersebut sehingga semakin besar kemungkinan terjadi adsorpsi. Namun setelah bobot optimum terjadi penurunan kadar zat pewarna yang terjerap. Penurunan tersebut disebabkan tidak semua sisi aktif terisi oleh adsorbat. Sisi aktif dalam jumlah yang besar membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai keadaan setimbang [19].

Kapasitas adsorpsi tertinggi diperoleh saat semua sisi aktif dari adsorben telah terisi oleh adsorbat. Pada proses adsorpsi biru metilena dan metil oranye, kapasitas adsorpsi tertinggi diperoleh dengan bobot adsorben yang kecil. Penambahan bobot adsorben dapat meningkatkan sisi aktif, sehingga memungkinkan adanya sisi aktif yang masih belum berinteraksi dengan adsorbat dan menyebabkan terjadinya penurunan kapasitas adsorpsi. Oleh karena itu, pada hasil penelitian ini sampel dengan bobot adsorben yang tinggi tidak menghasilkan kapasitas adsorpsi yang tinggi.

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Penentuan waktu kontak optimum bertujuan untuk mengetahui waktu yang diperlukan dalam mencapai kesetimbangan adsorpsi biru metilena dan metil oranye

oleh adsorben zeolit alam. Umumnya semakin lama waktu kontak antara adsorben dan adsorbat, maka akan meningkatkan jumlah adsorbat yang terjerap. Kontak adsorben zeolit dalam mengadsorpsi biru metilena dan metil oranye mengalami kenaikan berturut-turut pada 60 menit dan 90 menit (waktu kontak optimum), kemudian mengalami sedikit penurunan di menit berikutnya. Setelah melewati waktu optimum, sisi aktif pada permukaan zeolit telah diisi penuh oleh sejumlah adsorbat sehingga penambahan waktu adsorpsi hanya akan memengaruhi sedikit peningkatan pada kapasitas adsorpsinya atau cenderung konstan. Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi zeolit alam terhadap biru metilena dan metil oranye disajikan pada Tabel 2.

Pada penentuan waktu kontak optimum perlu diketahui bahwa semakin lama waktu adsorpsi maka efek kestabilan listrik akan terganggu sehingga kapasitas adsorpsi setelah waktu kontak optimum cenderung menurun [20].

Penentuan pH Optimum

Salah satu parameter penting yang menentukan penyerapan biru metilena dan metil oranye oleh zeolit alam adalah derajat keasaman (pH). Perubahan pH dapat memengaruhi sifat kimia dan permukaan dari adsorben, kelarutan adsorbat, serta kompetisi ion dalam proses penjerapan [21]. Adsorpsi zeolit alam terhadap biru metilena mengalami kenaikan pada pH 6 yaitu sebesar 13,298 mg/g. Kenaikan kapasitas adsorpsi metil oranye terjadi pada pH = 2 (pH optimum) sebesar 11,427 mg/g. Hal ini mengindikasikan bahwa proses adsorpsi zat pewarna dipengaruhi oleh interaksi elektrostatis atau pertukaran ion dengan ion H⁺ pada sisi aktif zeolit. Penurunan kapasitas adsorpsi pada pH yang lebih tinggi disebabkan pada kondisi tersebut sisi aktif zeolit mengalami titik jenuh [22]. Kapasitas adsorpsi dan penyerapan biru metilena dan metil oranye pada variasi pH ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Kapasitas Adsorpsi Zeolit Alam Ende terhadap Biru Metilena dan Metil Oranye pada Berbagai Waktu Kontak

Waktu Kontak (menit)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)	
	Biru Metilena	Metil Oranye
30	11,825	9,467
60	12,978	9,713
90	11,891	10,815
120	11,675	10,014
150	11,228	9,624

Tabel 3. Kapasitas Adsorpsi Zeolit Alam Ende terhadap Biru Metilena dan Metil Oranye pada Berbagai pH

pH	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)	
	Biru Metilena	Metil Oranye
2	11,407	11,427
4	12,823	10,325
6	13,298	10,011
8	13,014	9,763
10	12,115	8,728

Ikatan antara adsorben zeolit dan adsorbat zat warna yang terjadi penelitian ini adalah ikatan Van der Waals. Ikatan Van der Waals didefinisikan sebagai gaya tarik antar molekul akibat tarikan dipol-dipol. Molekul dipolar cenderung untuk bergabung dengan molekul tetangganya, hingga kutub negatif suatu molekul mendekati kutub positif molekul lainnya. Zeolit alam mengandung muatan negatif dan muatan positif dalam jumlah tertentu. Adsorbat yang memiliki muatan negatif akan berikatan dengan muatan positif dari zeolit alam, sedangkan adsorbat yang memiliki muatan positif akan berikatan dengan muatan negatif dari zeolit alam.

Penentuan Isoterm Adsorpsi

Penentuan isoterm adsorpsi dilakukan untuk menentukan hubungan

antara konsentrasi adsorbat dan tingkat penyerapannya ke permukaan adsorben pada suhu kamar. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi awal biru metilena dan metil oranye diikuti dengan kenaikan jumlah zat tersebut yang teradsorpsi (kapasitas adsorpsi).

Kapasitas adsorpsi zeolit alam terhadap biru metilena dan metil oranye yang teradsorpsi meningkat bertambahnya konsentrasi awal adsorbat. Hal ini disebabkan makin tinggi konsentrasi adsorbat maka makin banyak pula jumlah biru metilena dan metil oranye dalam larutan yang teradsorpsi

Kemampuan zeolit dalam menyerap suatu adsorbat dipengaruhi oleh sifat zeolit tersebut. Zeolit dengan aktivasi kimia memberikan nilai mutu yang telah memenuhi standar. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengotor seperti uap air dan mineral lain yang dapat mengganggu proses penyerapan cenderung sedikit sehingga zeolit mampu mengadsorpsi lebih banyak molekul biru metilena dan metil oranye. Mutu zeolit alam yang baik tersebut dibuktikan dengan hasil pengujian terhadap penyerapan biru metilena dan metil oranye yang menghasilkan nilai kapasitas adsorpsi yang besar. Kapasitas adsorpsi biru metilena dan metil oranye mencapai nilai tertinggi yakni berturut-turut 21,189 mg/g dan 18,208 mg/g.

Penentuan isoterm adsorpsi biru metilena dan metil oranye oleh zeolit alam dianalisis dengan menggunakan dua model isoterm adsorpsi yaitu model Langmuir dan Freundlich. Isoterm Langmuir berdasarkan adsorpsi *monolayer* pada sisi aktif adsorben yang homogen, sedangkan isoterm Freundlich menggambarkan adsorpsi pada permukaan heterogen. Bentuk linier dari persamaan Freundlich dinyatakan dalam persamaan:

$$\log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad (2)$$

Dimana C_e adalah konsentrasi kesetimbangan adsorbat (mg/L), q_e adalah kapasitas adsorpsi pada kesetimbangan (mg/g), K_f dan n adalah konstanta dan

intensitas adsorpsi. Bentuk linier persamaan isoterm Langmuir adalah:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{C_e}{Q} + \frac{1}{Qb} \quad (3)$$

Dimana Q adalah adsorpsi maksimum pada monolayer (mg/g) dan b adalah konstanta Langmuir yang terkait dengan afinitas dari pengikatan (mL/mg). selain itu, b adalah ukuran energi adsorpsi [23].

Tabel 4 Kapasitas Adsorpsi Zeolit Alam Ende terhadap Biru Metilena dan Metil Oranye pada Variasi Konsentrasi Awal

Konsentrasi adsorbat (mg/L)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)	
	Biru Metilena	Metil Oranye
100	8,655	6,409
200	11,751	8,132
400	14,218	11,427
600	16,013	14,503
800	21,017	17,113
1000	21,189	18,208

Tabel 5 Parameter Isoterm Adsorpsi Zeolit Alam terhadap Biru Metilena dan Metil Oranye

Parameter	Biru Metilena	Metil Oranye	
	q (mg/g)	21,189	18,208
Langmuir	b (L/mg)	0,387	0,148
	R²	0,998	0,992
Freundlich	K_f (mg/g)	9,252	7,951
	n	0,142	0,738
	R²	0,805	0,615

Pada adsorpsi biru metilena dan metil oranye dengan zeolit alam menunjukkan nilai korelasi isoterm Langmuir lebih besar dibandingkan isoterm Freundlich. Hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi yang terjadi merupakan adsorpsi *monolayer* (homogen). Nilai parameter isoterm q_m , K_f , n , dan R^2 disajikan pada Tabel 5.

Proses adsorpsi zat pewarna yang didominasi oleh isoterm Langmuir menggambarkan adsorpsi terjadi pada satu sisi aktif dimana sekali molekul menempati sebuah sisi aktif maka tidak akan terjadi penyerapan lebih lanjut. Apabila sisi aktif adsorben sudah jenuh dengan adsorbat maka kenaikan konsentrasi adsorbat tidak meningkatkan jumlah biru metilena yang teradsorpsi [24].

4. KESIMPULAN

Zeolit alam Ende dapat bertindak sebagai adsorben limbah pewarna dengan perlakuan aktivasi kimia menggunakan HCl 3 M. Kapasitas adsorpsi zeolit alam dalam menyerap biru metilena mencapai 21,189 mg/g dan metil oranye mencapai 18,208 mg/g. Keadaan optimum optimum penyerapan biru metilena dan metil oranye terjadi pada bobot adsorben berturut-turut 0,3 g dan 0,4 g, waktu kontak berturut-turut sebesar 60 menit dan 90 menit, serta pH optimum terjadi pada pH 6 dan 2. Faktor bobot adsorben, waktu kontak, dan pH memberikan pengaruh secara simultan baik untuk penyerapan biru metilena maupun metil oranye.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Yayasan Perguruan Tinggi Flores yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Yaperfif tahun 2020 serta LPPM Universitas Flores yang memberikan dukungan dan kesempatan sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Riyardi A., Hasmarini M.I., Triyono, Setyowati E., Setiaji B, Wardhono A., Wahab N. Deindustrialisasi pada industri tekstil dan produk tekstil di pulau Jawa, *Journal of Economics and Policy*. 2013, 6(1), 106-119.
- [2] Kahoul I, Bougdah N, Djazi F., Djilani C., Magri P., Medjram M.S. Removal of methylene blue by adsorption onto activated carbons produced from agricultural wastes by microwave induced koh activation, *Chemistry and Chemical Technology*. 2018, 13(3),365-371.
- [3] Beldean-Galea S.M., Copaciu F.M., Coman, M.V. Chromatographic analysis of textile dyes, *Journal of AOAC International*. 2018, 101(5), 1353-1370.
- [4] Lv S., Liu J.M., Ma H., Wang Z., Li C., Zhao N., Wang, S. Simultaneous adsorption of methyl orange and methylene blue from aqueous solution using amino functionalized Zr-based MOFs, *Microporous and Mesoporous Materials*. 2019, 282, 179-187.
- [5] Liu Y., Zhu W., Guan K., Peng C., Wu, J. Freeze-casting of alumina ultra-filtration membranes with good performance for anionic dye separation, *Ceramics International*. 2018, 44, 11901-11904.
- [6] Zhang J., Chen S., Zhang Y., Quan X., Zhao H., Zhang, Y. Reduction of acute toxicity and genotoxicity of dye effluent using fenton-coagulation process, *Journal Hazard Materials*. 2014, 274, 198-204.
- [7] Kaushik P.A., Malik. Process optimization for efficient dye removal by *Aspergillus lentulus* FJ172995, *Journal Hazard Materials*. 2011, 185, 837-843.
- [8] Hossain K., Quaik S., Ismail N., Raffatullah M., Avasan M., Shaik, R. Bioremediation and detoxification of the textile wastewater with membrane bioreactor using the white-rot fungus and reuse of wastewater, *Iran Journal Biotechnology*. 2016, 14(3), 154-162.
- [9] Fu J., Xin Q., Wu X., Chen Z., Yan Y., Liu S., Wang M., Xu, Q. Selective adsorption and separation of organic dyes from aqueous solution on polydopamine microspheres, *Journal Colloid Interface Science*. 2016, 461, 292-304.
- [10] Ngapa Y.D. Study of the acid-base effect on zeolite activation and its

- characterization as adsorbent of methylene blue dye, *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*. 2017, 2(2), 90-96.
- [11] Lu X., Wang F., Li X., Shih K., Zeng E.Y. Adsorption and thermal stabilization of Pb^{2+} and Cu^{2+} by zeolite, *Industrial and Engineering Chemistry Research*. 2016, 55(32), 8767-8773.
- [12] Gougazeh M., Buhl J.C. Synthesis and characterization of zeolite A by hydrothermal transformation of natural Jordanian kaolin, *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Science*. 2014, 15, 35-42.
- [13] Arryanto., Suwardi., Husaini., Affandi T., Amini S., Al-Jabri M., Siagian P., Setyorini D., Rahman A., Pujiastuti Y. Zeolit dan masa depan bangsa. Yogyakarta (ID), Imperium Pr, 2012
- [14] Ngapa Y.D., Sugiarti S., Abidin Z. Hydrothermal transformation of natural zeolite from Ende-NTT and its application as adsorbent of cationic dye, *Indonesian Journal of Chemistry*. 2016, 16(2), 138-143.
- [15] Mekatel E.H., Amokrane S., Aid, A., Nibou D., Trari M. Photocatalytic reduction of Cr(VI) on nanosized Fe_2O_3 supported on natural Algerian clay: Characteristics, kinetic and thermodynamic study, *Comptes Rendus Chimie*. 2015, 18(3), 336-344.
- [16] Kim K., Ahn H. The effect of pore structure of zeolite on the adsorption of VOCs and their desorption properties by microwave heating, *Microporous and Mesoporous Materials*. 2011, 152, 78-83.
- [17] Wang Y., Li H., Gu L., Gan Q., Li Y., Calzaferri G. Thermally stable luminescent lanthanide complexes in zeolite L, *Microporous and Mesoporous Materials*. 2009, 121, 1-6.
- [18] Mansouri N., Rikhtegar N. Porosity, characterization and structural properties of natural zeolite clinoptilolite as a sorbent, *Environment Protection Engineering*. 2013, 39(1), 139-147.
- [19] Moradi S.E., Nasrollahpour A. Competitive adsorption and photodegradation of Methyl orange and Rhodamine B by TiO_2 modified mesoporous carbon photo-catalyst on UV irradiation, *Materials Technology*. 2017, 32(12), 716-723.
- [20] Sivalingam S., Sen S. Efficient removal of textile dye using nanosized fly ash derived zeolite-x: Kinetics and process optimization study, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 2019, 96, 305-314.
- [21] Pandey P.K., Sharma S.K., Sambhi S.S. Removal of lead(II) from waste water on zeolite-NaX, *Journal of Environmental Chemichal Engineering*. 2015, 3(4), 2604-2610.
- [22] Prasetyo W.E., Kusumaningsih T., Firdaus M. Highly efficient and green synthesis of diacylphloroglucinol over treated natural zeolite mordenite and the optimization using response surface method (RSM), *Synthetic Communication Journal*. 2019, 49(23), 3352-3372.
- [23] Auta M., Hameed B. Chitosan-clay composite as highly effective and low-cost adsorbent for batch and fixed-bed adsorption of methylene blue, *Chemichal Engineering Journal*. 2014, 237 (1) 352-361.
- [24] Rasouli M., Yaghobi N., Hafezi M., Rasouli M. Effect of nanocrystalline zeolite Na-Y on meta-xylene separation, *Journal of Industrial and Engeneering Chemistry*. 2012, 18, 1970-1976.