

**PENYISIHAN ZAT WARNA NAPHTHOL PADA LIMBAH CAIR
BATIK DENGAN METODE ADSORPSI MENGGUNAKAN ADSORBEN
TANAH LIAT DAN REGENERASINYA**

***REMOVAL OF NAPHTHOL DYES FROM WASTEWATER OF BATIK
INDUSTRY USING ADSORPTION METHOD WITH CLAY ADSORBENT
AND CLAY REGENERATION***

Valerie Atirza¹ dan Prayatni Soewondo²

Program Studi Teknik Lingkungan, FTSL, Institut Teknologi Bandung

Jalan Ganesha No. 10 Bandung 40132

Email: ¹val_atirza@yahoo.co.id dan ²prayatnisoe@yahoo.com

Abstrak: Industri Kecil Menengah (IKM) batik merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan dengan kandungan zat warna yang tinggi juga mengandung bahan-bahan kimia sintetis yang cukup stabil dan sukar untuk diuraikan/didegradasi secara alami, sehingga dapat membahayakan lingkungan sekitar. Apabila konsentrasi yang dibuang ke lingkungan cukup tinggi maka dapat menaikkan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*). Salah satu metode pengolahan limbah cair khususnya hasil proses pewarnaan batik, saat ini yang banyak dilakukan penelitian dan pengembangan adalah adsorpsi dengan menggunakan berbagai jenis adsorben yang berbeda beda. Alternatif lain jenis adsorben yang digunakan adalah tanah liat (*clay*), hal ini dilakukan mengingat keberadaan tanah liat melimpah di alam dan merupakan bahan alami yang dapat ditemukan hampir di semua wilayah Indonesia khususnya di Bandung, Jawa Barat. Zat warna *naphthol* merupakan salah satu pewarna sintetis yang digunakan dalam pembuatan batik. Pada penelitian ini dilakukan proses adsorpsi menggunakan limbah cair yang mengandung zat warna *naphthol* dari hasil proses pembuatan batik dengan adsorben tanah liat dan regenerasinya. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi terbesar untuk adsorben tanpa modifikasi adalah 65,648% dengan dosis 1,5 gr dan waktu kontak 30 menit, sedangkan adsorben dengan modifikasi didapat efisiensi sebesar 82,809% untuk dosis 2 gr dan waktu kontak 60 menit. Kinetika yang menggambarkan proses adsorpsi adalah kinetika pseudo orde 2 untuk kedua adsorben dan isotherm adsorpsi adalah isotherm *Freundlich*.

Kata kunci: adsorpsi, tanah liat, naphthol, isotherm

Abstract: Small and medium industry (IKM) batik is one of the producers of liquid waste that comes from the process of staining with substances of high color also contains synthetic chemicals that are fairly stable and difficult to untangle/degradation in naturally, so that can harm the environment. When the concentration of dumped into the environment high enough then it can raise the value of COD (*Chemical Oxygen Demand*). One of the liquid waste processing methods in particular results of batik coloring process, which is currently much research and development is carried out adsorption using various types of different adsorbents. Other alternative types of adsorbents used is clay, this is done considering the existence of clay abundant in nature and are the natural ingredients that can be found in almost all regions of Indonesia especially in Bandung, West Java.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: No underline

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Naphthol color substances is one of the synthetic dyes are used in the making of Batik. On the research of the adsorption process was carried out using liquid waste containing the substance the color results from naphthol batik processing with adsorbent clay and its regeneration. The results showed the greatest efficiency for adsorbents without modification was 65.648% with a dose of 1.5 grams and a contact time of 30 minutes, while the adsorbent with modification obtained efficiency of 82.809% for a dose of 2 grams and 60 minutes contact time. Kinetics that describes the process of adsorption is a pseudo second-order kinetics for both the adsorbent and adsorption isotherm is Freundlich.

Keywords: adsorption, clay, naphthol dyes, isotherm

PENDAHULUAN

Pembuatan batik secara khusus dimulai dengan menuliskan malam pada sebuah kain kemudian diproses dengan cara tertentu dengan menggunakan bahan kimia dan air. Bahan kimia ini biasanya digunakan pada proses pewarnaan atau pencelupan. Akibat proses pewarnaan tersebut, industri batik dan tekstil merupakan salah satu penghasil limbah cair dengan kandungan zat warna yang tinggi dan memiliki bahan sintetik yang sukar larut (Hermawan, 2017). Proses pewarnaan ini pada umumnya menggunakan pewarna sintesis yaitu: *naphthol*, indigosol, rapid, zat warna reaktif dan zat warna idanthrene.

Senyawa pewarna sintesis yang cukup stabil akan sangat sulit untuk terdegradasi secara alami dan dapat membahayakan lingkungan terutama perairan. Pewarna sintesis yang telah digunakan akan menjadi limbah cair apabila tidak terolah dengan baik dapat menimbulkan dampak negatif baik dari segi estetika maupun kesehatan lingkungan. Sehingga harus tetap diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air penerima. Zollinger, 1991 mengatakan 1-15% pewarna sintesis hasil dari pewarnaan tidak terolah dan terbuang ke badan air. Hal tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan karena pewarna sintesis bersifat karsinogenik (Reife, 1993).

Jika dilihat dari segi lingkungan, penyisihan warna cukup mendapat perhatian khusus, untuk menyisihkan warna dari limbah cair industri tekstil dapat menggunakan berbagai macam metode baik secara fisik, kimia maupun biologi. Metode penyisihan warna secara fisik antara lain adsorpsi, pertukaran ion (*ion exchange*), filtrasi dan koagulasi-flokulasi. Zahra dan Notodarmojo (2014) menggunakan metode koagulasi-flokulasi dengan penambahan tanah liat lokal sebagai koagulan pembantu dalam penyisihan warna *reactive blue 19* (RB 19) menghasilkan tingkat efisiensi sebesar 70.365%. Metode penyisihan warna secara kimia antara lain menggunakan ozon dan fotokatalitik. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Awfa dan Notodarmojo (2016) didapat efisiensi penyisihan warna air gambut secara koagulasi sebesar

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

83.578%, kandungan warna yang tersisa kemudian diolah dengan fotokatalis didapat efisiensi sebesar 7.992%-14.146%. Metode penyisihan warna secara biologi dapat dilakukan dengan menggunakan degradasi aerobik dan anaerobik. Sugumar dan Sadanandan (2010) melaporkan hasil penelitian untuk penyisihan pewarna sintetis C. I *Acid Orange 7* dan C.I *Reactive Red 2* secara anaerobik menggunakan konsorsium bakteri dan aerobik didapat efisiensi sebesar 94%.

Dari beberapa metode penyisihan warna yang telah disebutkan di atas, adsorpsi adalah salah satu metode dari proses fisika yang efektif dan cukup berhasil dalam menyisihkan pewarna sintetis dari limbah cair industri tekstil (Al-Degs Y, dkk., 2000; McKay G, dkk., 1987 dalam Aziz. B. K., 2013). Beberapa penelitian menggunakan metode adsorpsi dalam penyisihan pewarna sintetis *methylene blue* (Fatiha dan Belkacem, 2016), *naphthol green B* dan *congo red* (Attalah et al, 2012), *reactive red 2* (Kaur dan Datta, 2014), *malachite green*, *methyl orange* dan *methylene blue* (Elmoubarki et al, 2015).

Dalam proses adsorpsi pada umumnya menggunakan berbagai jenis adsorben antara lain karbon aktif, arang batok kelapa, karbon aktif sekam padi dan karbon aktif tempurung kelapa. Tingkat efisiensi adsorben karbon aktif dalam penurunan warna selama rentang waktu 0-75 menit adalah sebesar 87.9% sedangkan menggunakan adsorben pasir aktif penurunan warna dalam rentang waktu yang sama diperoleh sebesar 71,3% (Sumarni, 2012). Pada penelitian adsorpsi penurunan konsentrasi warna menggunakan adsorben arang batok kelapa secara *batch* diperoleh sebesar 77% - 100% (Jannatin dkk, 2011). Adsorben karbon aktif sekam padi yang digunakan pada penelitian Setyaningsih (2009) didapat penurunan warna sebesar 95,16% sedangkan menggunakan karbon aktif tempurung kelapa didapat penurunan warna sebesar 75,81%.

Semua jenis adsorben tersebut memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Jika dilihat dari segi ekonomi adsorben karbon aktif dalam pengoperasiannya membutuhkan biaya yang tidak murah. Adsorben pasir aktif tidak semua wilayah memiliki material tersebut, sedangkan untuk adsorben karbon aktif sekam padi kemungkinan mendapatkan material tersebut tidak mudah. Dalam rangka peningkatan efisiensi dari proses adsorpsi diperlukan pengembangan adsorben yang efektif dan murah. Penggunaan material alami merupakan potensi alternatif lain karena ketersediaan yang melimpah di alam dan murah.

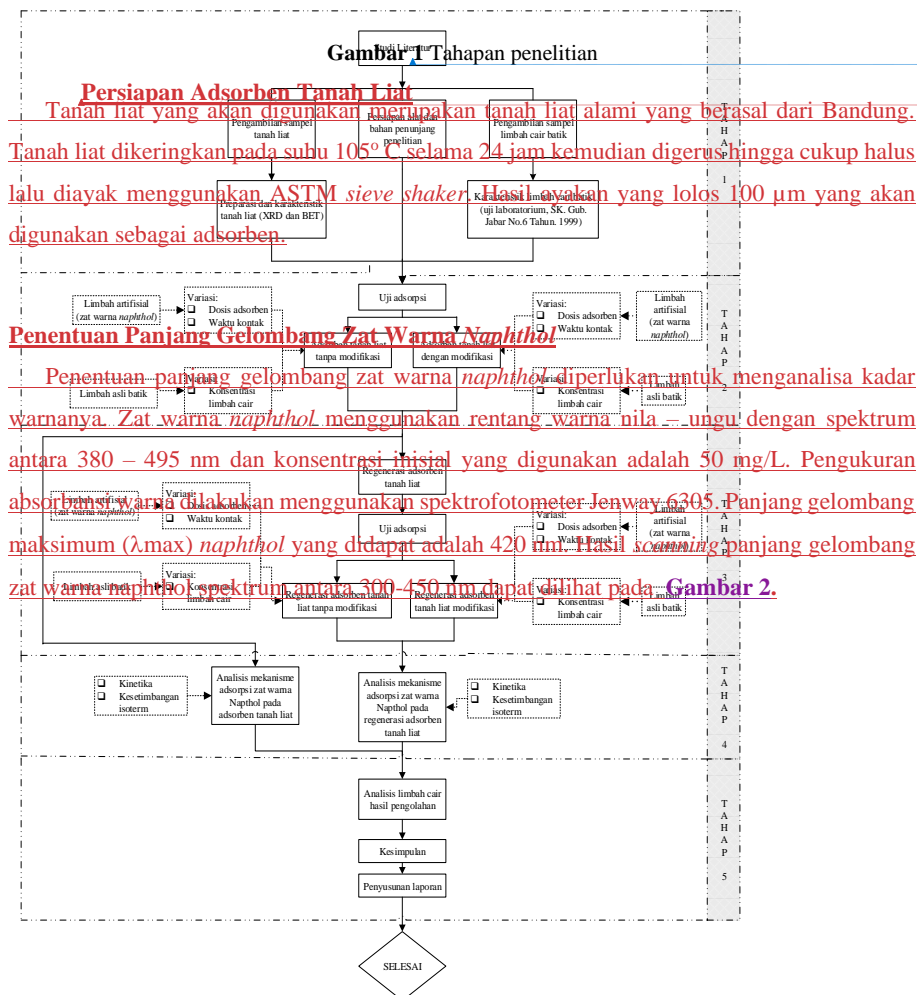
Salah satu alternatif lain jenis adsorben yang digunakan adalah tanah liat (*clay*). Hal ini dilakukan mengingat keberadaan tanah liat melimpah di alam dan merupakan bahan alami yang dapat ditemukan hampir di semua wilayah Indonesia khususnya di Bandung, Jawa Barat.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

METODE PENELITIAN

Penelitian ini secara garis besar difokuskan pada proses adsorpsi menggunakan tanah liat alami dan regenerasinya dalam menyisihkan kandungan warna yang digunakan pada proses pembuatan kain batik. Zat warna sintetis yang akan disisihkan adalah *naphthol* yang tidak larut dalam air. Proses penelitian yang akan dilakukan yaitu meliputi studi literatur, persiapan adsorben tanah liat, persiapan zat warna *naphthol*, proses adsorpsi yang meliputi penentuan dosis adsorben tanah liat dan waktu kontak. Tahapan penelitian yang dilakukan secara keseluruhan dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Field Code Changed

Field Code Changed

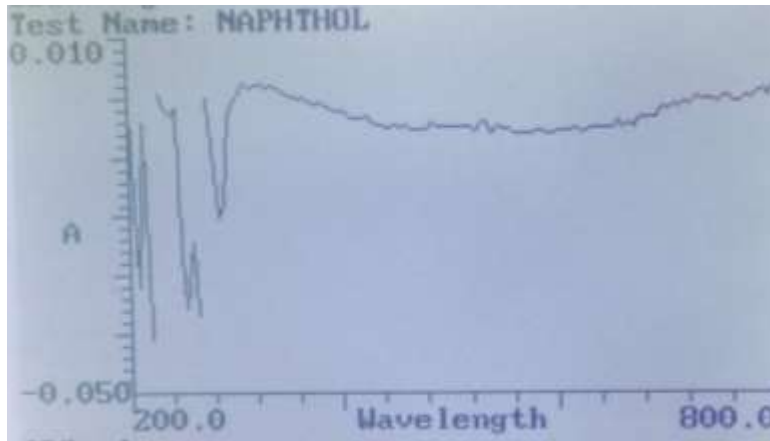
Formatted: Font: Bold

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman



Gambar 2 Kurva kalibrasi zat warna naphthol

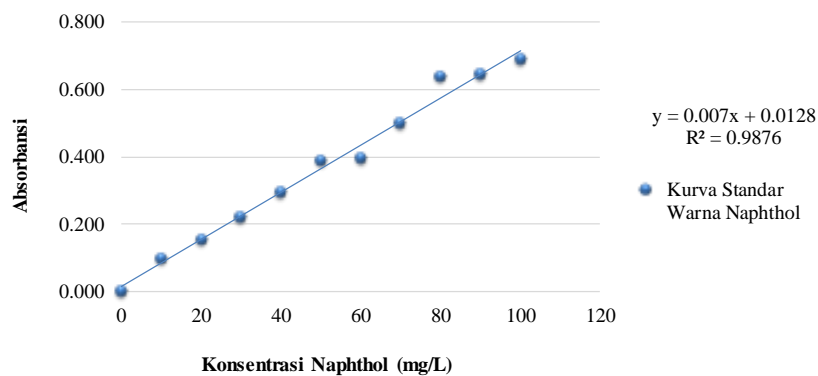
Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Pembuatan Kurva Kalibrasi Standar Warna *Naphthol*

Konsentrasi yang digunakan pada pembuatan kurva standar zat warna *naphthol* adalah sebesar 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 dan 100 mg/L. Hasil plotting nilai absorbansi terhadap konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 3.

Field Code Changed



Gambar 3 Grafik nilai absorbansi terhadap konsentrasi

Field Code Changed

Proses Adsorpsi

Adsorpsi dilakukan dengan *jar test* menggunakan empat buah gelas kimia berukuran 600 mL yang diisi dengan limbah cair yang mengandung zat warna *naphthol* dengan konsentrasi

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

50 mg/L sebanyak 300 mL. Pengadukan dengan kecepatan 250 rpm selama 90 menit. Pengambilan sampel menggunakan pipet ukur pada kedalaman 3-5 cm di bawah permukaan sampel untuk diukur absorbansi warnanya dengan panjang gelombang 420 nm menggunakan spektrofotometer Jenway 6305.

Variasi dosis adsorben yang digunakan adalah sebesar 0,5 gr, 1 gr, 1,5 gr dan 2 gr. Variasi pengaruh waktu kontak selama 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165 dan 180 menit. Variasi konsentrasi dalam rentang 25-250 mg/L.

Kinetika Adsorpsi

Kinetika adsorpsi adalah laju adsorben dalam jangka waktu tertentu. Kinetika adsorpsi suatu zat dapat diketahui dengan mengukur perubahan konsentrasi zat teradsorpsi kemudian menganalisis nilai *k* (*slope*/kemiringan) dan plotting pada grafik. Beberapa model kinetika adsorpsi yang biasa digunakan untuk menggambarkan kinetika proses adsorpsi antara lain adalah model kinetika *pseudo* orde 1 (model Lagergen), *pseudo* orde 2 (model Ho dan Mckay), model Elovich, model kinetika Dumwald – Wagner dan model kinetika Weber - Morris. Model kinetika adsorpsi dan parameternya dapat dilihat pada [Tabel 1](#).

Field Code Changed

Tabel 1 Model Kinetika Adsorpsi dan Parameternya

Model Kinetika Adsorpsi	Persamaan Linier	Plotting Grafik	Parameter
Pseudo Orde 1	$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{K_1}{2.303} t$	$\log (q_e - q_t)$ terhadap t	$K_1 = -2.303 \times \text{slope}$, $\log q_e = \text{intersep}$
Pseudo Orde 2	$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{K_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t$	$\frac{t}{q_t}$ terhadap t	$\frac{1}{q_e} = \text{slope}$ $\frac{1}{K_2 q_e^2} = \text{intersep}$
Elovich	$q_t = \frac{1}{\beta} \ln(\alpha\beta) + \frac{1}{\beta} \ln t$	q_t terhadap t	$\frac{1}{\beta} = \text{slope}$ $\frac{1}{\beta} \ln(\alpha\beta) = \text{intersep}$
Weber-Morris	$\log q_t = \log K_{int} + \frac{1}{2} \log t$	$\log q_t$ terhadap $\log t$	$K_{int} = \text{slope}$
Dumwald-Wagner	$\log \left(1 - \left(\frac{q_t}{q_e} \right)^2 \right) = - \frac{K}{2.303} t$	$\log \left(1 - \left(\frac{q_t}{q_e} \right)^2 \right)$ terhadap t	$K = -2.303 \times \text{slope}$

Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi merupakan suatu pernyataan adsorpsi yang menggambarkan hubungan antara jumlah zat terlarut yang teradsorpsi oleh per unit berat adsorben dengan tekanan atau konsentrasi pada kesetimbangan dan temperatur konstan. Data dalam penelitian adsorpsi

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

biasanya dianalisa melalui persamaan isoterm adsorpsi. Persamaan tersebut dapat memberikan penjelasan mengenai mekanisme adsorpsi oleh permukaan dan afinitas media yang digunakan. Terdapat beberapa persamaan yang telah dikembangkan dan biasa digunakan yaitu isoterm Langmuir, isoterm Freundlich, isoterm Temkin dan isoterm Dubinin – Raduschkevich. Perhitungan isoterm adsorpsi disajikan pada [Tabel 2](#).

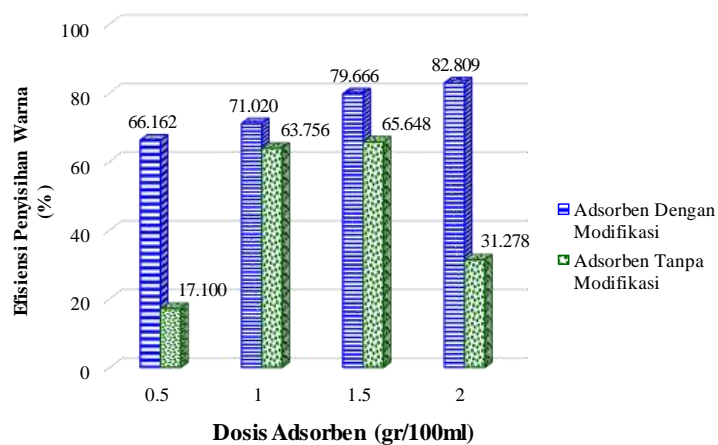
Tabel 2 Isoterm Adsorpsi dan Parameternya

Tipe Isoterm	Persamaan Linier	Plotting	Parameter
Langmuir	$\frac{1}{q_e} = \left(\frac{1}{Q_m K_L}\right) \frac{1}{C_e} + \frac{1}{Q_m}$	1/q _e terhadap 1/C _e	K _L = intercept, Q _m = slope
Freundlich	$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e$	log q _e terhadap log C _e	1/n = slope, log K _F = intercept.
Temkin	$q_e = B \ln A + B \ln C_e$	q _e terhadap ln C _e	A = slope B = intercept.
Dubinin - Raduskevich	$\ln q_e = \ln q_{mD} - \beta \left(RT \ln \left(1 + \frac{1}{C_e} \right) \right)^2$ atau $\ln q_e = \ln q_{mD} - \beta \varepsilon^2$	ln q _e terhadap ε ²	q _{mD} = slope β = intercept

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh dosis adsorben: pengaruh dosis adsorben pada percobaan adsorpsi menggunakan tanah liat tanpa modifikasi dan tanah liat dengan modifikasi untuk variasi dosis serta kecepatan pengadukan sebesar 250 rpm selama 90 menit disajikan pada [Gambar 4](#). Hasil percobaan menunjukkan bahwa untuk adsorben tanpa modifikasi dosis optimum proses adsorpsi zat warna *naphthol* adalah sebesar 1,5 gr/100 ml limbah cair. Efisiensi penyisihan zat warna *naphthol* sebesar 65,648% dengan konsentrasi akhir setelah proses adsorpsi adalah 7,939 mg/L, penurunan konsentrasi sebesar 15,172 mg/L dari konsentrasi awal sebesar 23,111 mg/L. Sedangkan untuk adsorben dengan modifikasi dosis optimum proses adsorpsi zat warna *naphthol* adalah sebesar 2 gr/100 ml limbah cair. Efisiensi penyisihan zat warna *naphthol* sebesar 82,809% dengan konsentrasi akhir setelah proses adsorpsi adalah 11,457 mg/L, penurunan konsentrasi sebesar 55,190 mg/L dari konsentrasi awal sebesar 66,648 mg/L.

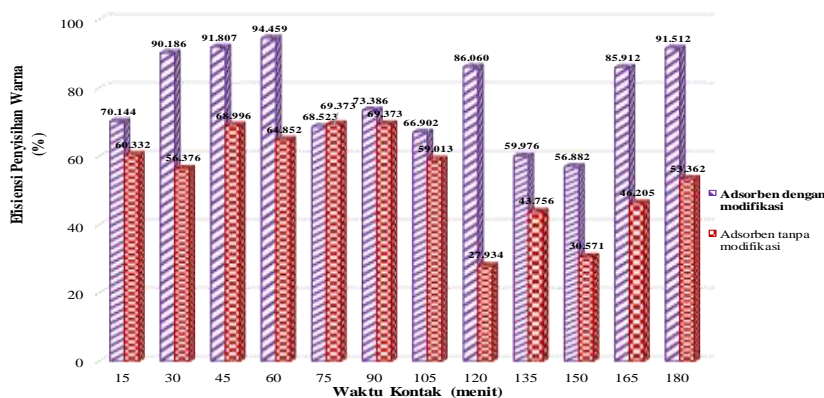
Taha *et al* (2013) melaporkan dalam penelitiannya untuk pengaruh dosis adsorben sebanyak 0.05 gr hingga 0.3 gr/100 ml dapat menurunkan pewarna *basic red 2* sebesar 95.10% hingga 96.67%. Sedangkan hasil penyisihan warna yang dilakukan oleh Jayalakshmi dkk (2014) untuk variasi dosis adsorben 0.5 gr hingga 3.5 gr/L didapat penurunan zat warna *naphthol green* sebesar 88% hingga 97.5%.



Gambar 4 Grafik pengaruh dosis adsorben tanpa modifikasi dan adsorben dengan modifikasi terhadap efisiensi penyisihan zat warna *naphthol*

Pengaruh waktu kontak: Variasi waktu kontak dilakukan dengan selang waktu 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165 dan 180 menit. Dosis adsorben yang digunakan adalah dosis optimum proses adsorpsi pada percobaan sebelumnya yaitu sebesar 1,5 gr/100 ml untuk adsorben tanpa modifikasi dan 2 gr/100 ml untuk adsorben dengan modifikasi, kecepatan pengadukan sebesar 250 rpm. Dari hasil percobaan uji adsorpsi diketahui efisiensi penyisihan zat warna *naphthol* sebesar 78,451% untuk variasi waktu kontak menggunakan adsorben tanah liat tanpa modifikasi yang optimum adalah selama 30 menit. Sedangkan menggunakan adsorben tanah liat dengan modifikasi adalah selama 60 menit efisiensi penyisihan sebesar 94,459%. Penurunan konsentrasi zat warna *naphthol* menggunakan adsorben tanpa modifikasi dari 25,281 mg/L menjadi 5,448 mg/L. Sedangkan penurunan konsentrasi zat warna *naphthol* menggunakan adsorben dengan modifikasi dari 32,314 mg/L menjadi 1,790 mg/L. Pengaruh variasi waktu kontak terhadap efisiensi dapat dilihat pada [Gambar 5](#).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Naghmouchi dan Nahdi (2016) untuk pengaruh waktu kontak selama 30 menit pertama mengalami kenaikan proses adsorpsi lalu dalam waktu 40 menit hingga 50 turun perlahan dan konstan di waktu 50 menit. Penelitian lain yang dilakukan oleh Aziz (2013) variasi waktu kontak selama 40 menit dengan interval setiap 5 menit didapatkan hasil pada menit ke 40 proses adsorpsi mencapai nilai maksimal. Fatiha dan Belkacem (2016) melaporkan waktu kontak maksimal proses adsorpsi *methylene blue* adalah 10 menit lalu mencapai konstan di menit ke 20.



Gambar 5 Grafik pengaruh variasi waktu kontak adsorben tanpa modifikasi dan adsorben dengan modifikasi terhadap efisiensi penyisihan zat warna *naphthol*

Kinetika adsorpsi: model kinetika adsorpsi yang digunakan untuk menguji data percobaan adalah kinetika *pseudo* orde 1, kinetika *pseudo* orde 2, kinetika *Elovich*, kinetika *Dumbwald-Wagner* dan kinetika *Webber-Morris* (difusi intrapartikel) (Oguntimein, 2015). **Tabel 3** merupakan rekapitulasi perhitungan dari parameter-parameter model kinetika adsorpsi, dimana jika dilihat dari nilai koefisien korelasi (R^2) yang mendekati nilai satu berarti memiliki kecenderungan mengikuti kinetika orde reaksi tersebut (Sitohang, 2016).

Tabel 3 Rekapitulasi Parameter Model Kinetika Adsorpsi, Adsorben Tanpa Modifikasi

Field Code Changed

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

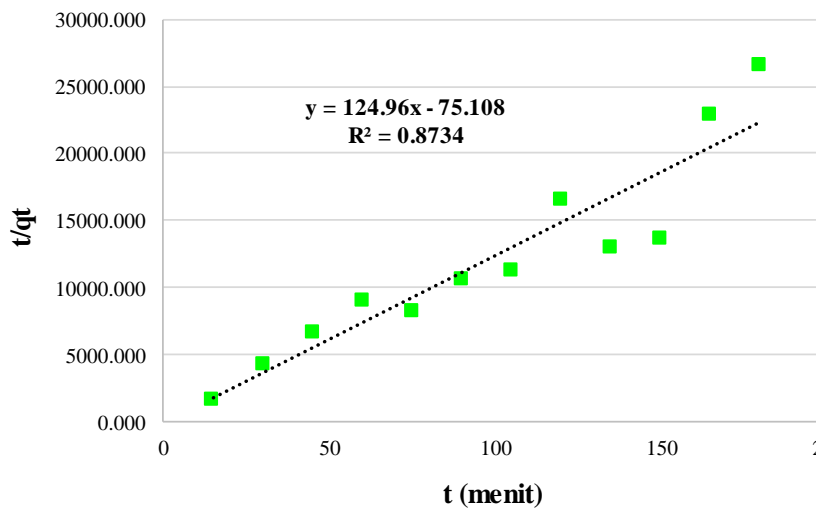
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Pseudo Orde 1		Elovich		Webber-Morris	
Persamaan Linier	$y = 0.0242x - 3.4502$	Persamaan Linier	$y = 0.0037x - 0.0046$	Persamaan Linier	$y = 0.3205x - 2.5784$
R^2	0.6478	R^2	0.3602	R^2	0.4655
K_1	-0.0056	α	0.010	K_{WM}	0.3205
Pseudo Orde 2		Dumbwald-Wagner		Adsorben tanpa modifikasi	
Persamaan Linier	$y = 59.717x + 2582.4$	Persamaan Linier	$y = 0.0066x - 0.9559$		
R^2	0.6703	R^2	0.5447		
K_2	111673.2214	K_{DW}	-0.015		
h	31.315				

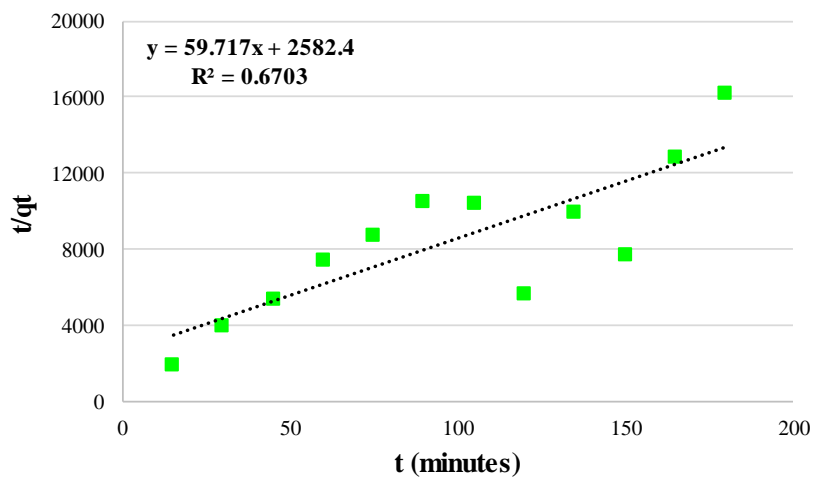
Tabel 4 Rekapitulasi Parameter Model Kinetika Adsorpsi, Adsorben Dengan Modifikasi

Pseudo Orde 1		Elovich		Webber-Morris	
Persamaan Linier	$y = 0.0495x - 4.5436$	Persamaan Linier	$0.0004x + 0.0065$	Persamaan Linier	$y = 0.0401x - 2.1704$
R^2	0.7304	R^2	0.0353	R^2	0.0289
K_1	-0.1140	a	0.001	K_{WM}	0.0401
Pseudo Orde 2		Dumbwald-Wagner		Adsorben dengan modifikasi	
Persamaan Linier	$124.96x - 75.108$	Persamaan Linier	$y = 0.0182x - 1.2975$		
R^2	0.8734	R^2	0.7294		
K_2	45.14413944	K_{DW}	-0.042		
h	0.003				

Berdasarkan data [Tabel 3](#) dan Error! Reference source not found. diketahui bahwa koefisien korelasi yang mendekati nilai satu dari keseluruhan model kinetika adsorpsi adalah kinetika *pseudo* orde 2, hal ini berarti bahwa adsorpsi zat warna *naphthol* oleh adsorben tanpa modifikasi mengikuti reaksi kinetika *pseudo* orde 2, artinya proses adsorpsi yang terjadi adalah proses kemisorpsi. Hasil yang sama telah dilaporkan pada penelitian Naghmouchi dan Nahdi (2016), penelitian Kaur dan Datta (2014) serta penelitian Attallah, dkk (2013), tetapi hasil yang berbeda di penelitian Jayalakshmi, dkk (2014) didapat kinetika adsorpsi penyisihan pewarna *naphthol green* adalah kinetika *pseudo* orde 1.



Adsorben tanpa modifikasi



Adsorben dengan modifikasi

Gambar 6 Kinetika adsorpsi untuk adsorben tanpa modifikasi (kiri) dan adsorben dengan modifikasi (kanan) menggunakan model *pseudo orde 2*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Isoterm: dilakukan perhitungan dari data hasil percobaan adsorpsi menggunakan empat jenis model isoterm yaitu: Langmuir, Freundlich, Temkin dan Dubinin-Radushkevich. Rekapitulasi perhitungan isoterm dilihat pada [Tabel 5](#) dan

[Tabel 6](#).

Tabel 5 Rekapitulasi Parameter Model Isoterm, Adsorben Tanpa Modifikasi

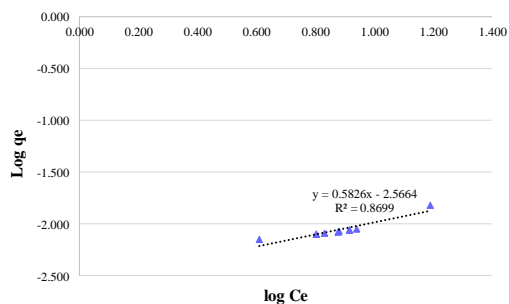
Isotherm Langmuir					Isotherm Freundlich			
Persamaan Linier	R ²	K _L	q _m	R _L	Persamaan Linier	R ²	K _F	n
y = 376.82x + 63.056	0.7556	4.2E-05	0.016	0.990	y = 0.5826x - 2.5664	0.8699	0.003	1.716
Isotherm Temkin					Isotherm Dubinin - Radushkevich			
Persamaan Linier	R ²	B	A		Persamaan Linier	R ²	qm	β
y = 0.0062x - 0.0035	0.7975	0.0062	0.569		y = -0.0015x - 0.5406	0.652	0.582	-0.0015

Tabel 6 Rekapitulasi Parameter Model Isoterm, Adsorben Dengan Modifikasi

Isotherm Langmuir					Isotherm Freundlich			
Persamaan Linier	R ²	K _L	q _m	R _L	Persamaan Linier	R ²	K _F	n
y = 240.37x + 122.41	0.8132	3.4E-05	0.008	0.995	y = 0.2643x - 2.4284	0.9441	0.004	3.784
Isotherm Temkin					Isotherm Dubinin - Radushkevich			
Persamaan Linier	R ²	B	A		Persamaan Linier	R ²	qm	β
y = 0.0017x + 0.003	0.9275	0.0017	5.840		y = -0.0006x - 3.2792	0.7846	0.038	-0.0006

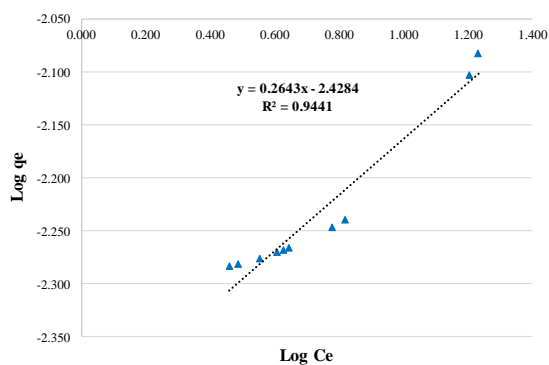
Hasil koefisien korelasi yang lebih mendekati nilai satu dari [Tabel 5](#) dan

[Tabel 6](#) di atas adalah isoterm Freundlich. Nilai 1/n untuk menentukan tipe isoterm dari model Freundlich yaitu apabila $0 < 1/n < 1$ maka adsorpsi berjalan secara *favorable*, apabila $1/n = 1$ maka *irreversible* dan apabila $1/n > 1$ maka adsorpsi berjalan secara *unfavorable*. Tipe isoterm model Freundlich pada penelitian ini berjalan secara *favorable* karena hasil $0 < 1/n < 1$ yaitu 0,583 untuk adsorben tanpa modifikasi dan 0,264 untuk adsorben dengan modifikasi. Ploting isoterm model Freundlich dapat dilihat pada [Gambar 7](#) dan [Gambar 8](#).



Gambar 7 Isoterm Freundlich untuk adsorben tanpa modifikasi

Field Code Changed



Gambar 8 Isoterm Freundlich untuk adsorben dengan modifikasi

Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

KESIMPULAN

Hasil percobaan menunjukkan bahwa untuk adsorben tanpa modifikasi dosis optimum proses adsorpsi zat warna *naphthol* adalah sebesar 1,5 gr/100 ml limbah cair. Efisiensi penyisihan zat warna *naphthol* sebesar 65,648% dengan konsentrasi akhir setelah proses adsorpsi adalah 7,939 mg/L, penurunan konsentrasi sebesar 15,172 mg/L dari konsentrasi awal sebesar 23,111 mg/L. Sedangkan untuk adsorben dengan modifikasi dosis optimum proses adsorpsi zat warna *naphthol* adalah sebesar 2 gr/100 ml limbah cair. Efisiensi penyisihan zat warna *naphthol* sebesar 82,809% dengan konsentrasi akhir setelah proses adsorpsi adalah 11,457 mg/L, penurunan konsentrasi sebesar 55,190 mg/L dari konsentrasi awal sebesar 66,648 mg/L.

Dari hasil percobaan uji adsorpsi diketahui efisiensi penyisihan zat warna *naphthol* sebesar 78,451% untuk variasi waktu kontak menggunakan adsorben tanah liat tanpa modifikasi yang optimum adalah selama 30 menit. Sedangkan menggunakan adsorben tanah liat dengan modifikasi adalah selama 60 menit efisiensi penyisihan sebesar 94,459%.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Koefisien korelasi yang mendekati nilai satu dari keseluruhan model kinetika adsorpsi adalah kinetika *pseudo* orde 2, hal ini berarti bahwa adsorpsi zat warna *naphthol* oleh adsorben tanpa modifikasi mengikuti reaksi kinetika *pseudo* orde 2, artinya proses adsorpsi yang terjadi adalah proses kemisorpsi. Hasil koefisien korelasi yang lebih mendekati nilai satu dari keempat model isoterm adalah isoterm Freundlich. Tipe isoterm model Freundlich pada penelitian ini berjalan secara *favorable* karena hasil $0 < 1/n < 1$ yaitu 0,583 untuk adsorben tanpa modifikasi dan 0,264 untuk adsorben dengan modifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyemo, A. A., Adeoye, I. O dan Bello, S. O. (2015): Adsorption of dyes using different types of clay: a review, *Springerlink*.
- Attalah, M.F., Ahmed, I. M., Hamed, M. M. (2012): Treatment of Industrial Wastewater Containing Congo Red and Naphthol Green B Using Low-Cost Adsorbent, *Environ Sci Pollut Res*, **20**, 1106-1116, DOI10.1007/s11356-012-0947-4
- Awfa, D. (2016): Penyisihan Kandungan Warna Gambut Menggunakan Fotokatalis Berbasis UV dan TiO₂, *Tesis Program Magister*, Institut Teknologi Bandung
- Aziz, B. K. (2013): Removal of textile dyes from waste water of Kiffry textile factory using natural clay of the area, *International Journal of Chemical and Environmental Engineering*, **Volume 4**, No.3, 164-167.
- Elmoubarki, R., Mahjoubi, F. Z., Tounsadi, H., Moustadraf, J., Abdenouni. M., Zouhri, A., El Albani, A dan Barka, N. (2015): Adsorption of textile dyes on raw and decanted Moroccan clays: Kinetics, equilibrium and thermodynamics, *Water Resources and Industry*, 9, 16-29.
- Fatiha, M. dan Belkacem, B. (2016): Adsorption of methylene blue from aqueous solutions using natural clay, J. Mater. Environ. Sci. 7 (1), 285-292
- Hermawan, R., & Syafila, M. (2016). Pengaruh Plat Grafit dan Tembaga Terhadap Kinerja Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Batik yang Mengandung Logam Zn Menggunakan Metode Elektrolisis. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 23(1), 13-21.
- Jayalakshmi, L., Devadoss. V., Ananthakumar. K dan Kanthimathi. G. (2014): Adsorption Efficiency of Natural Clay towards the Removal of Naphthol Green Dye from the Aqueous Solution: Equilibrium and Kinetic Studies. *International Research Journal of Environmental Sciences*, **Vol. 3(5)**, 21-26
- Kaur, M dan Datta. M. (2014) Adsorption Behavior Of Reactive Red 2 (RR2) Textile Dye Onto Clays: Equilibrium And Kinetic Studies. *Eur. Chem Bull Section B – Research Paper*, **3(8)**, 838-849.
- Naghmouchi, N. dan Nahdi, K. (2016): Equilibrium, kinetic and thermodynamics studes of textile dyes adsorption on modified clay Tunisian Clay, *Mediterranean Journal of Chemistry*, **5(2)**, 414-422
- Sugumar, R.W dan Sadanandan, S. (2010): Combined Anaerobic-Aerobic Bacterial Degradation of Dyes, *E-Journal of Chemsitry*, **7(3)**, 739-744
- Zahra, N. L. (2014): Studi Mekanisme Adsorpsi Zat Warna Tekstil C.I Recative Red 141 Pada Tanah Liat Lokal Alami, *Tesis Program Magister*, Institut Teknologi Bandung

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

