



## Penjerapan Zat Warna Basic Red 18 dan Direct Black 38 dengan Menggunakan Serat Pinang sebagai Adsorben

Adsorption of basic red 18 and direct black 38 compounds using areca fibre as natural adsorbent

Muhammad<sup>1\*</sup>, Ishak<sup>1</sup>, Azhari<sup>1</sup>, Nurfarida<sup>1</sup>, Darmadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh Jl. Batam no. 2 Kampus Bukit Indah, Blang Pulo, Lhokseumawe 24352

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala. Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh  
Email: mhdtk@unimal.ac.id

Terima draft: 24 April 2019; Terima draft revisi: 27 Mei 2019; Disetujui: 27 Mei 2019

### Abstrak

Adsorpsi zat warna *basic red 18* dan *direct black 38* dengan adsorben dari serat pinang telah diteliti. Morfologi dan gugus fungsi permukaan serat pinang dianalisis dengan *Fourier transform infrared spectroscopy* dan *scanning electron microscopy*. Penelitian ini fokus pada mekanisme adsorpsi dan pengaruh dosis adsorben. Koefisien korelasi ( $R^2$ ) dianalisis dengan menggunakan regresi linier. Mekanisme adsorpsi dilakukan dengan menggunakan dua model isoterm, yaitu isoterm Langmuir dan Freundlich. Hasil kajian menunjukkan bahwa model Freundlich adalah yang paling sesuai diaplikasikan untuk adsorpsi zat warna *basic red 18* dan *direct black 38* karena model Freundlich dapat menginterpretasikan proses adsorpsi zat warna *basic red 18* dan *direct black 38* dengan baik, maka sistem adsorpsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah heterogen. Kapasitas adsorpsi untuk *basic red 18* pada berbagai berat adsorben (1, 2, dan 3 g) menggunakan model Freundlich (0,234; 0,101; dan 0,093 L/g). Sementara kapasitas untuk *direct black 38* (0,360; 0,374; dan 0,141 L/g).

Kata Kunci: Adsorpsi, isoterm, serat pinang, *basic red 18*, *direct black 38*

### Abstract

Adsorption of basic red 18 and direct black 38 dyes as colour agents by adsorbent of areca nut fibre has been investigated. The surface morphology and surface functional groups of the adsorbent were characterized by Fourier transform infrared spectroscopy and scanning electron microscopy. This research work studies on the adsorption mechanism and the effect of adsorbent dosage. The correlation coefficients ( $R^2$ ) were analyzed by using linear regression. The adsorption mechanism was carried out using two isotherm models, namely Langmuir and Freundlich isotherms. The result shows that the Freundlich model is the most suitable for absorbing basic red 18 and direct black 38 dye because of it is able to interpret both dye adsorption processes clearly. In this work, the studied adsorption mechanism is heterogeneous. The weight of basic red 18 is diversified (such as: 1, 2, and 3 g), using Freundlich model (0.234; 0.101; and 0.093 L/g), respectively. However, the direct black 38 (0.360; 0.374; and 0.141 L/g), respectively.

Keywords: Adsorption, isotherms, basic red 18, direct black 38, areca nut

### 1. Pendahuluan

Pertumbuhan industri yang semakin pesat, menyebabkan keamanan lingkungan menjadi prioritas dalam menghadapi ancaman yang meningkat seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi. Badan air yang terkontaminasi dengan bahan kimia telah menciptakan masalah lingkungan yang serius. Industri seperti tekstil, kertas, karet, plastik, kulit, kosmetik, makanan dan obat-obatan menggunakan sejumlah besar zat warna sintesis untuk pewarnaan produk yang dihasilkan, dan karenanya limbah dari

industri tersebut mengandung residu pewarna. Industri tekstil adalah industri yang banyak menggunakan air dan sangat tinggi polusinya, sekitar 80% dari air limbah berasal dari industri tekstil (Anbia and Salehi, 2012). Diperkirakan lebih dari 10.000 jenis zat warna dan pigmen yang digunakan dengan jumlah produksi lebih dari 700.000 ton per tahun di seluruh dunia (Sen dkk., 2010).

Zat warna yang dibuang ke badan air dapat menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air sungai sehingga akan

menghambat proses fotosintesis tumbuhan air (Garg dkk., 2003). Di samping itu juga dapat menyebabkan alergi, iritasi kulit, kanker, dan mutasi gen (Widjanarko dkk., 2006). Jadi menghapus bahan berwarna dari air limbah adalah tugas yang menantang untuk para pencinta lingkungan dan para peneliti.

Penurunan konsentrasi limbah berwarna pada badan air dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti kimia, biologi maupun fisika. Beberapa teknologi penghilangan zat warna pada limbah cair industri tekstil pernah dilaporkan antara lain teknologi adsorpsi (Tan dkk., 2008), koagulasi/flokulasi (Zonoozi dkk., 2008), elektrokoagulasi dan ozonasi (Konsowa 2003), membran (Ahmad dkk., 2002), dan nanofiltrasi (Hassani dkk., 2008). Dari beberapa teknologi penghilangan zat warna dari air limbah yang telah dipakai maka adsorpsi dianggap sebagai teknologi yang tepat dibandingkan dengan teknologi lain, karena desainnya sederhana, pengoperasian yang mudah dan efektif (Mahmoodi dkk., 2010). Namun, kunci teknologi adsorpsi terletak pada pengembangan bahan adsorpsi dengan kinerja adsorpsi tinggi dan biaya rendah untuk aplikasi praktis. Banyak bahan adsorpsi telah dikembangkan dan karbon aktif adalah adsorben yang disukai untuk menghilangkan zat warna dari air. Namun, karbon aktif dibatasi karena biaya tinggi. Oleh karena itu, upaya untuk mengeksplorasi bahan murah, tersedia secara lokal dan efektif perlu dilakukan.

Penggunaan adsorben yang murah dan ramah lingkungan perlu dilakukan agar biaya proses adsorpsi dapat ditekan. Adsorben dari bahan alam yang ramah lingkungan atau limbah industri merupakan bahan yang berpotensi untuk digunakan. Disamping itu, kekuatan mekanis yang baik serta ketahanan terhadap abrasi merupakan sifat yang penting, mengingat adsorben mengalami proses regenerasi berulang-ulang pada saat digunakan agar dapat memisahkan adsorbat dengan baik, maka adsorben harus memiliki kemampuan transfer massa yang baik (Laraous dkk., 2005).

Banyak studi tentang penjerapan zat warna pada air limbah telah dilakukan, kebanyakan menggunakan adsorben anorganik. Studi ini menilai penggunaan sabut pinang sebagai adsorben untuk penjerapan zat warna dari air limbah industri sangat berpotensi untuk dikembangkan selain murah, *sustainability* juga dapat mengatasi permasalahan lingkungan dengan baik.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki proses penjerapan zat warna *basic red 18* dan *direct black 38* dengan adsorben sabut pinang. Adsorben divariasikan dengan berat tertentu untuk mempelajari pengaruh kapasitas adsorpsi pada proses penjerapan, serta mempelajari karakteristik adsorben dengan analisis SEM dan FTIR.

## 2. Metodologi

### 2.1. Bahan

Semua bahan kimia yang digunakan adalah *pro analysis*. Reagen yang digunakan dalam penelitian ini adalah NaOH (85%, Sigma Aldrich), HCl (35%, Sigma Aldrich), zat warna *basic red 18* (Alfa Chemistry) dan *direct black 38* (Sigma Aldrich). Larutan stok dengan konsentrasi 100 mg/L dibuat dengan melarutkan *basic red 18* dan *direct black 38* dye komersial yang diperlukan dalam percobaan ini. Larutan *basic red 18* dan *direct black 38* dye dengan konsentrasi awal 10, 20, 30, 40 dan 50 mg/L dipersiapkan dari larutan stok (100 mg/L).

Adsorben yang digunakan dalam penelitian adalah sabut pinang. Perlakuan awal terhadap adsorben adalah sabut pinang dicuci lalu dijemur di bawah sinar matahari, kemudian direndam dalam larutan NaOH 0,3 N dan dipanaskan hingga mendidih selama 30 menit. Sabut pinang kemudian dicuci kembali/dinetralkan dengan menggunakan air suling dan dijemur hingga kering. Sabut pinang yang sudah kering dipotong-potong sehalus mungkin, kemudian dimasukkan dalam oven pada temperatur 105 °C sampai beratnya tetap.

### 2.2. Kapasitas adsorpsi

Percobaan adsorpsi dilakukan dalam labu erlenmeyer 500 mL yang berisikan masing-masing 250 mL larutan *basic red 18* dan *direct black 38* dye dengan konsentrasi larutan 10, 20, 30, 40 dan 50 mg/L. Penjerapan dilakukan pada suhu kamar (30±1°C) dan diaduk (*shaking*) dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Kemudian, sabut pinang sebagai adsorben dimasukkan dalam jumlah masa bervariasi (1, 2 dan 3 g) ke dalam erlenmeyer.

Sampel *basic red 18* dan *direct black 38* dye dari labu erlenmeyer dikumpulkan pada interval waktu tertentu menggunakan mikropipet digital (*Rainin Instrumen, USA*). Sampel yang sudah dikumpulkan dengan menggunakan mikro pipet dimasukkan ke dalam *tube vial*, sampel di *sentrifuge*,

kemudian larutan sampel yang sudah bebas dari adsorben dianalisis menggunakan UV/VIS (*Thermo Electron Corporation*) pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 484 nm untuk zat warna *basic red 18* (Ghazi dkk., 2003) dan 505,7 nm untuk *direct black 38* (Arifin dkk., 2012). Konsentrasi *basic red 18* dan *direct black 38* dye (zat warna) teradsorpsi ditentukan dengan persamaan (1) (Muhammad dkk., 2010).

$$q_e = \frac{V(C_0 - C_e)}{m} \quad (1)$$

di mana  $q_e$  adalah konsentrasi larutan zat warna teradsorpsi dalam setiap gram adsorben (mg/g),  $C_0$  adalah konsentrasi awal larutan zat warna dalam fase cair (mg/L),  $C_e$  adalah konsentrasi larutan zat warna pada kesetimbangan (mg/L),  $V$  adalah volume total larutan zat warna (L) dan  $m$  adalah masa adsorben (g).

### 2.3. Karakterisasi Adsorben

Karakteristik morfologi dan sifat kimia adsorben dianalisis menggunakan mikroskop elektron scanning (SEM model LE01430VP). Gugus fungsional yang ada pada adsorben ditentukan dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR, Shimadzu-8400S) spektrofotometer. Rentang spektrum yang dipilih adalah 4000-400  $\text{cm}^{-1}$ .

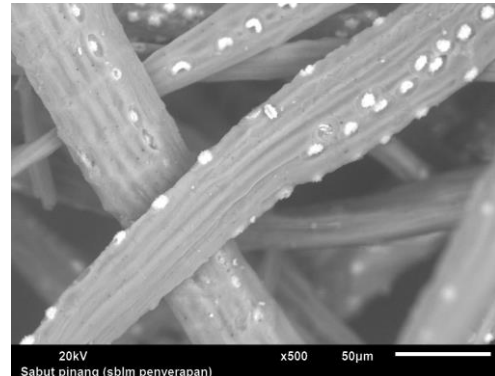
Sebelumnya, sampel ditimbang terlebih dahulu sebanyak 100 g, kemudian dikeringkan dalam oven selama 24 jam untuk menghilangkan kandungan *moisture* di dalamnya sehingga berat konstan sample diperoleh. Selanjutnya, sampel yang telah kering dipotong serta dihancurkan sehingga ukuran 100 mesh.

## 3. Hasil dan Pembahasan

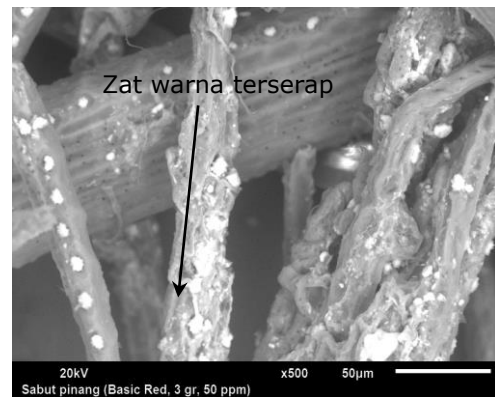
### 3.1. Struktur Morfologi Sabut Pinang

Pengujian *mikrostruktur* sabut pinang dilakukan dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), meliputi pengujian karakterisasi adsorben sebelum dan setelah penyerapan. Gambar 1 memperlihatkan karakterisasi adsorben sebelum penyerapan zat warna, dimana terdapat sejumlah pori-pori adsorben, juga memperlihatkan pori yang satu dengan yang lain terhubung oleh lignin, hal ini menjelaskan bahwa serat organik yang tersusun atas material yang bersumber dari unsur-unsur hara di dalam tanah. Gambar 2 yaitu sabut pinang setelah terjadinya penyerapan zat warna *Basic Red*

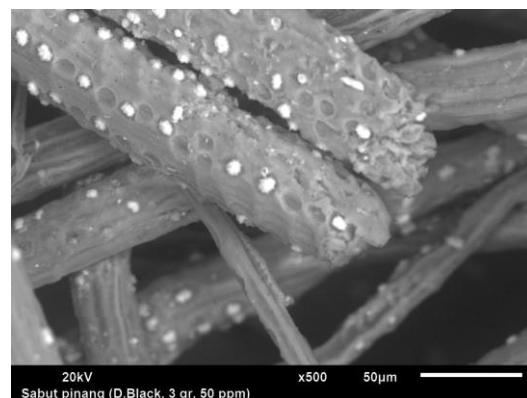
18 dengan perlakuan perbesaran 500X terlihat ion-ion zat warna terjerap pada sabut pinang, setelah terjadi penyerapan terlihat pori-pori sabut pinang sudah terisi oleh zat warna.



**Gambar 1.** Sabut pinang sebelum terjadinya penyerapan



**Gambar 2.** Sabut pinang setelah terjadi penyerapan dengan zat warna *basic red 18*



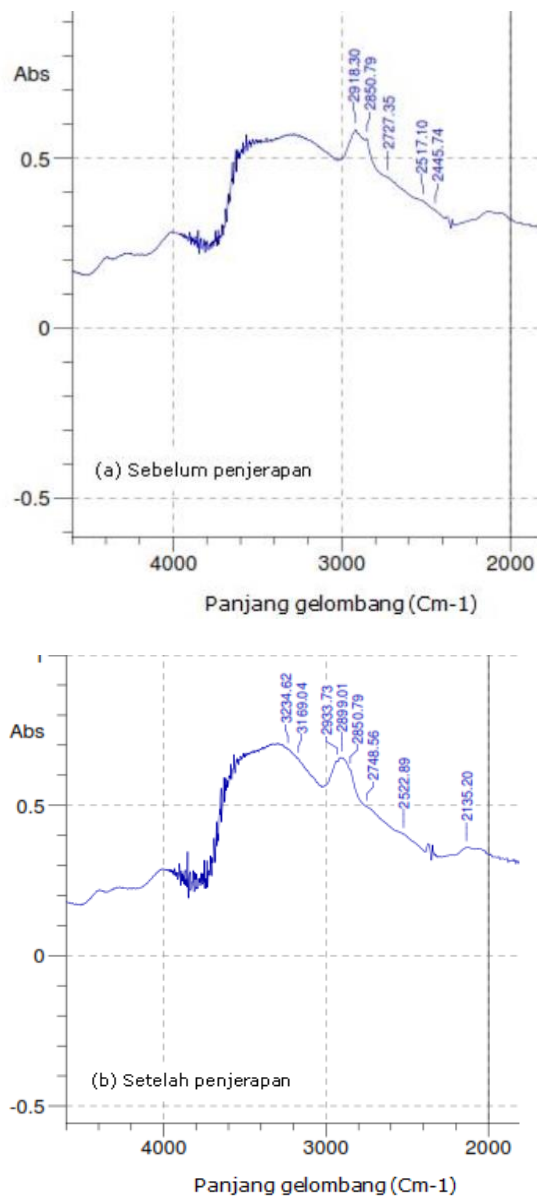
**Gambar 3.** Sabut pinang setelah terjadi penyerapan dengan zat warna *direct black 38*

Gambar 3 menunjukkan sabut pinang setelah terjadinya penyerapan oleh zat warna *direct black 38*, dimana dengan pembesaran 500 X menunjukkan adanya dye yang teradsorpsi. Namun demikian

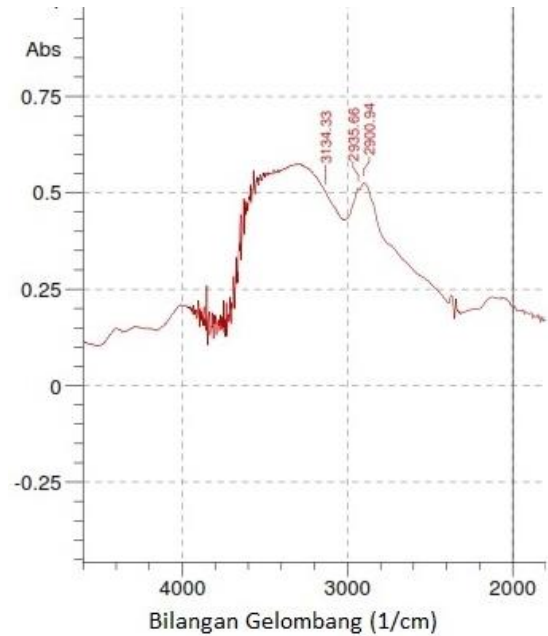
perbandingan kadar penyerapan *basic red 18* lebih banyak dibandingkan dengan *direct black 38*, hal ini bisa dilihat dengan jelas dari Gambar 2 dan 3.

### 3.2. Gugus Fungsi

Untuk meninjau dari sisi senyawa kimia, maka dilakukan analisa gugus fungsi yang terdapat di dalam sabut pinang yaitu sebelum dilakukan penyerapan diperlihatkan pada Gambar 4(a), sedangkan analisa gugus fungsi setelah penyerapan dengan zat warna *basic red 18* diperlihatkan pada Gambar 4(b) dan setelah penyerapan dengan zat warna *direct black 38* pada Gambar 5.



**Gambar 4.** Spektrum FTIR dari adsorben sabut pinang sebelum penyerapan (a) dan sesudah penyerapan *basic red 18* (b).



**Gambar 5.** Spektrum FTIR dari adsorben sabut pinang setelah penyerapan *direct black 38*

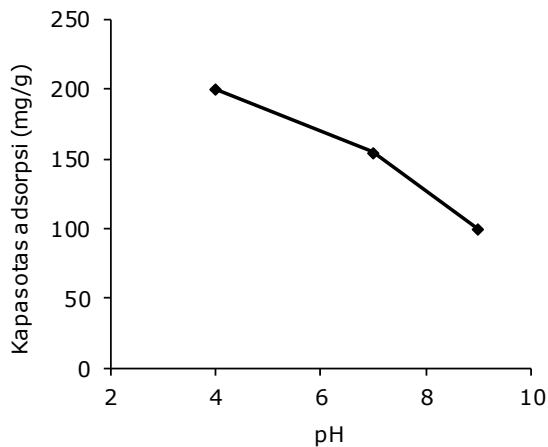
Berdasarkan Gambar 4(a) terlihat bahwa hasil spektrum IR terdapat puncak pada panjang gelombang  $2918,30 \text{ cm}^{-1}$  dan  $2850,79 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan keberadaan gugus CH dimana gugus tersebut merupakan gugus fungsi utama selulosa (Rachmawati dkk., 2013), sedangkan gugus CO pada daerah  $1068,56 \text{ cm}^{-1}$  dari cincin selulosa dan  $1319,31 \text{ cm}^{-1}$  juga merupakan gugus C=H yang merupakan unsur-unsur dari selulosa.

Gambar 4 (b) terlihat spektrum IR sabut pinang setelah dilakukan penyerapan zat warna *basic red 18*, pada panjang gelombang  $696,3 \text{ cm}^{-1}$  adalah gugus dari senyawa alkena (C-H) warna *basic red 18*. Gambar 4 (b) juga memperlihatkan unsur-unsur sisa selulosa, tetapi sudah ada unsur-unsur yang baru terbentuk setelah adanya penyerapan oleh sabut pinang.

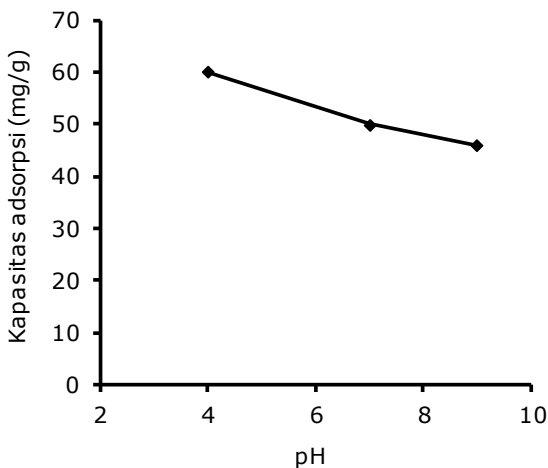
Pada Gambar 5 menunjukkan karakteristik unsur-unsur dari selulosa masih ada, dan pada panjang gelombang  $696,30 \text{ cm}^{-1}$  adalah gugus dari zat warna *direct black 38* yang terlihat setelah dilakukan penyerapan zat warna *direct black 38* oleh sabut pinang. Pada Gambar 5 terlihat tidak banyak terbentuk gugus-gugus baru setelah dilakukan penyerapan, hal ini menunjukkan gugus dari sabut pinang tidak mengalami perubahan akibat penyerapan zat warna *direct black 38* dibandingkan dengan *basic red 18*.

### 3.3. Pengaruh pH

Proses adsorpsi zat warna *basic red 18* dan *direct black 38* dengan adsorben sabut pinang dilakukan pada suhu ruang (30°C). Pengaruh pH larutan terhadap kapasitas adsorpsi pada kondisi kesetimbangan ditunjukkan pada Gambar 6 dan 7. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi zat warna menurun dari 200 mg/g menjadi 100 mg/g untuk *basic red 18* dan 60 mg/g menjadi 44 mg/g untuk *direct black 38*, hal ini menunjukkan bahwa dengan meningkatnya pH larutan, maka daya penjerapan adsorben semakin menurun. Selain itu, pada proses penjerapan zat warna *basic red 18* dan *direct black 38* tidak terjadi perubahan pH baik sebelum maupun sesudah adsorpsi.



**Gambar 6.** Pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi zat warna *basic red 18* pada sabut pinang



**Gambar 7.** Pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi zat warna *basic red 18* pada sabut pinang

### 3.4. Pengaruh Dosis Adsorben

Pengaruh dosis adsorben pada penjerapan zat warna dipelajari dengan mengubah jumlah adsorben dalam larutan uji. Perbandingan adsorben dengan larutan merupakan faktor penting yang menentukan kapasitas dari sorben dalam penjerapan batch yang dievaluasi. Hasil untuk penjerapan zat warna menggunakan berbagai dosis adsorben (1,0-3,0 g) ditunjukkan dalam Tabel 1 dan 2. Kapasitas serapan zat warna ( $K_L$ ) ditemukan menurun dengan peningkatan dosis adsorben. Penurunan konsentrasi zat warna (kapasitas adsorpsi) disebabkan oleh efek pemisahan fluks antara adsorbat dan adsorben. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Nandi dkk., (2008).

### 3.5. Isoterm dan Model

Isoterm adsorpsi menampilkan informasi kualitatif tentang sifat interaksi padat / cair serta hubungan antara konsentrasi adsorbat dan derajat akumulasi pada permukaan adsorben pada suhu konstan. Kapasitas adsorpsi dapat dievaluasi dengan menentukan konsentrasi zat warna teradsorpsi pada kesetimbangan.

Isoterm kesetimbangan zat warna *basic red 18* dan *direct black 38* dianalisis menggunakan dua model, yaitu Langmuir dan Freundlich. Akurasi isoterm sangat penting untuk tujuan desain. Regresi linear umumnya digunakan untuk menentukan kesesuaian model terbaik, dan metode *least squares* telah banyak digunakan untuk memperoleh konstanta isoterm.

Model Langmuir adalah model yang paling dikenal juga isoterm yang paling sering digunakan. Langmuir isoterm menyiratkan pembentukan cakupan *monolayer* adsorbat pada permukaan adsorben. Bentuk linierisasi dari isoterm Langmuir dapat dinyatakan sebagai berikut (Porter dkk., 1999):

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{a_L}{K_L} C_e + \frac{1}{K_L} \quad (2)$$

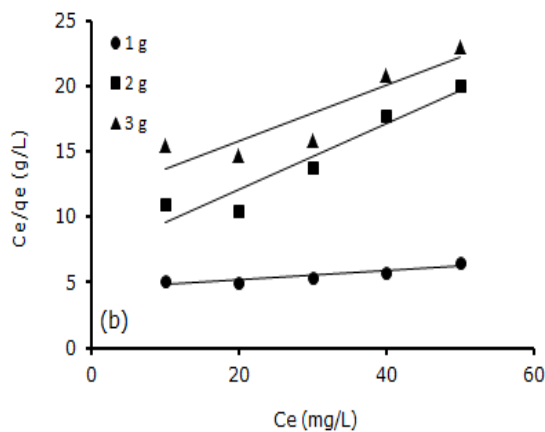
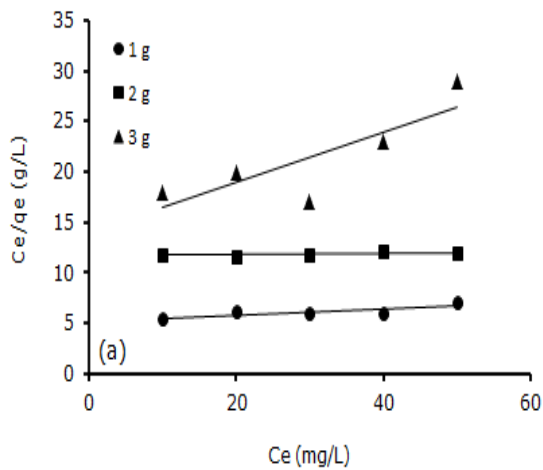
dimana  $K_L$  adalah konstanta kesetimbangan adsorpsi dari Langmuir (L/g), dan  $a_L$  adalah konstanta Langmuir untuk energi sorben (L/g). Isoterm Langmuir menunjukkan pembentukan cakupan monolayer adsorbat pada permukaan adsorben. Konstanta  $a_L$  dan  $K_L$  pada persamaan (2) dapat dihitung dari slope dan intersep dari garis lurus dengan memplotkan  $C_e/q_e$  vs  $C_e$ .

**Tabel 1.** Penjerapan zat warna *basic red* 18 dengan dosis adsorben berbeda

Berat adsorben	Isoterm					
	Langmuir			Freundlich		
	$K_L$ (L/g)	$a_L$ (L/g)	$R^2$	$K_F$ (L/g)	$1/n$	$R^2$
1 g	0.184	0.006	0.7997	0.234	0.879	0.9482
2 g	0.088	0.003	0.8750	0.101	0.929	0.9982
3 g	0.066	0.015	0.7598	0.093	0.780	0.9960

**Tabel 2.** Penjerapan zat warna *direct black* 38 dengan dosis adsorben berbeda

Berat adsorben	Isoterm					
	Langmuir			Freundlich		
	$K_L$ (L/g)	$a_L$ (L/g)	$R^2$	$K_F$ (L/g)	$1/n$	$R^2$
1 g	0.244	0.014	0.9328	0.360	0.776	0.9804
2 g	0.186	0.061	0.9601	0.374	0.481	0.8615
3 g	0.090	0.022	0.8512	0.141	0.715	0.9276



**Gambar 8.** Adsorpsi menggunakan isoterm Langmuir untuk (a) zat warna *basic red* 18 dan (b) *direct black* 38.

Isotherm Freundlich menggambarkan sistem heterogenitas permukaan adsorben, dimana energi adsorpsi tidak setara untuk semua sistem adsorpsi. Heterogenitas disebabkan oleh perbedaan ukuran pori, bentuk pori, dan interaksi adsorbat-adsorben, sehingga memungkinkan terjadinya adsorpsi multilayer. Bentuk linear dari persamaan Freundlich diberikan sebagai berikut (Muhammad dkk, 2010). (b)

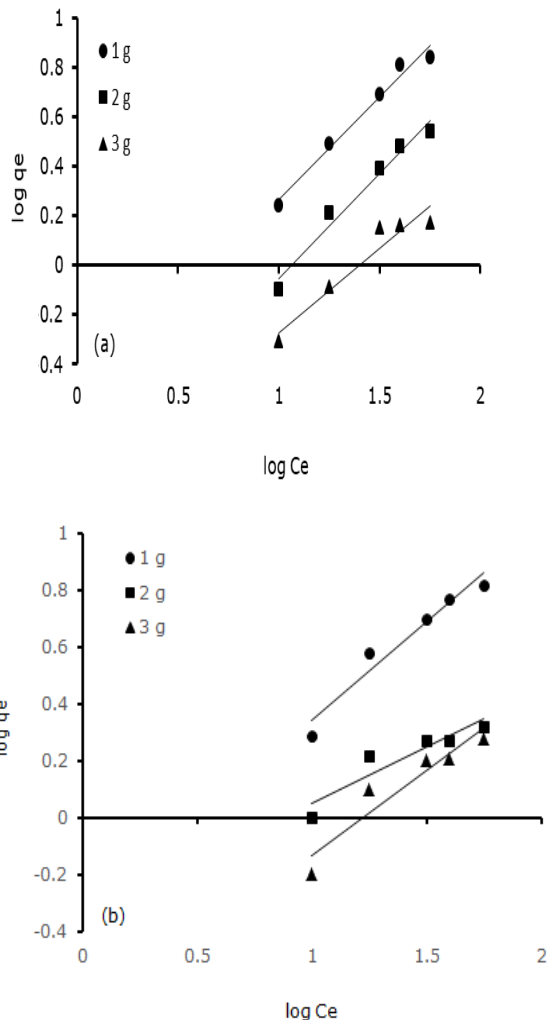
$$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e \quad (3)$$

dimana  $K_F$  adalah konstanta Freundlich untuk adsorben heterogen (L/mg), dan  $1/n$  adalah faktor heterogenitas. Dengan membuat grafik  $\log q_e$  vs.  $\log C_e$  menghasilkan garis lurus, yang dapat menentukan besarnya nilai  $1/n$  dan  $K_F$  dari slope dan intersep. Semakin besar nilai kapasitas adsorpsi,  $K_F$ , semakin tinggi kapasitas adsorpsinya, dan semakin heterogen permukaannya, semakin dekat nilai  $1/n$  dengan nol.

Kemampuan penjerapan adsorben terhadap zat warna *direct black* 38 lebih sensitif dibandingkan dengan *basic red* 18 pada kedua isotherm yang diuji yaitu Langmuir dan Freundlich. Hal itu terlihat dari nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang mendekati nilai 1.0 baik pada isotherm Langmuir maupun Freundlich.

Adsorpsi yang menggunakan isoterm linier Langmuir dan Freundlich diperlihatkan pada Gambar 8 dan 9. Kesesuaian penerapan

isoterm ditentukan oleh tingginya nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ). Koefisien korelasi,  $R^2$  untuk Langmuir isotherms dengan berat adsorben 1, 2 dan 3 gram adalah 0,7997, 0,8750 dan 0,7598 untuk zat warna *basic red 18*, sedangkan untuk *direct black 38* adalah 0,9328, 0,9601 dan 0,8512. Konstanta adsorpsi ( $K_L$  dan  $K_F$ ) umumnya menurun dengan meningkatnya dosis adsorben (Tabel 1 dan 2).



**Gambar 9.** Adsorpsi menggunakan isoterm Freundlich untuk (a) zat warna *basic red 18* dan (b) *direct black 38*.

Karena nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) untuk model Freundlich lebih tinggi dibandingkan dengan Langmuir, yaitu 0,9482; 0,9982; 0,9960 zat warna *basic red 18*, dan 0,9804; 0,8615; 0,9276 untuk *direct black 38*, maka dengan jelas menunjukkan bahwa mekanisme adsorpsi zat warna *basic red 18* dan *direct black 38* pada sabut pinang mengikuti model Freundlich. Fil dkk., (2013)

juga melaporkan bahwa model Freundlich mampu menggambarkan dengan baik adsorpsi *basic red 18* menggunakan adsorben anorganik.

Adsorpsi menggunakan model Freundlich pada Gambar 9 menunjukkan penjerapannya yang paling dominan adalah pada konsentrasi tinggi. Nilai  $1/n$  seperti yang ditabulasikan pada Tabel 1 dan 2 adalah berkisar antara 0 dan 1, dan besaran nilai ini menunjukkan tingkat linieritas antara solusi konsentrasi dan adsorpsi sebagai berikut: jika nilai  $1/n$  sama dengan satu berarti adsorpsi linier, Jika lebih kecil dari satu proses adsorpsi kimia, dan jika lebih besar dari satu maka adsorpsi yang terjadi adalah proses adsorpsi fisik, semakin heterogen permukaan adsorben, nilai  $1/n$  semakin dekat dengan nol (Gimbert dkk., 2008).

#### 4. Kesimpulan

Hasil penelitian terhadap penjerapan zat warna *basic red 18* dan *direct black 38* dye dengan adsorben sabut pinang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sabut pinang dapat digunakan sebagai adsorben alternatif untuk menghilangkan zat warna *basic red 18* dan *direct black 38* dari air limbah.
2. Penjerapan maksimum zat warna *basic red 18* dan *direct black 38* oleh adsorben sabut pinang pada suhu ruang (30 °C) adalah pada pH larutan 4. Selain daripada itu, penjerapan zat warna *basic red 18* dan *direct black 38* menurun dengan semakin meningkatnya jumlah adsorben.
3. Adsorpsi kesetimbangan zat warna *basic red 18* dan *direct black 38* dengan adsorben sabut pinang diuji kesesuaiannya dengan menggunakan dua persamaan, yaitu persamaan Langmuir dan persamaan Freundlich. Dari kedua persamaan tersebut peristiwa penjerapan zat warna *basic red 18* dapat dijelaskan dengan baik oleh persamaan Freundlich dengan koefisien korelasinya  $\geq 0.9482$ , sedangkan zat warna *direct black 38* dengan koefisien korelasinya  $\geq 0.8615$ .

#### Daftar Pustaka

Ahmad, A. L., Harris, W. A., Syafie, Ooi, B. S. (2002) Removal of Dye from Wastewater of Textile Industry Using Membrane Technology, *Jurnal Teknologi*, 36(F), 31-44.



- Anbia, M., Salehi, S. (2012) Removal of acid dyes from aqueous media by adsorption onto amino-functionalized nanoporous silica SBA-3, *Dyes and Pigments*, 94, 1-9.
- Arifin, Z., Irawan, D., Rahim, M., Ramantiya, F. (2012) Adsorpsi zat warna direct black 38 menggunakan kitosan berbasis limbah udang delta Mahakam, *Sains dan Terapan Kimia*, 6, 35-45.
- Fil, B. A., Karcioğlu Karakas Z., Boncukcuğlu R., Yılmaz A. E. (2013) Removal of cationic dye (basic red 18) from aqueous solution using natural Turkish clay, *Global NEST Journal*, 15, 529-541.
- Garg, V. K., Gupta, R., Yadav, A. B., Kumar, R. (2003) Dey removal from aqueous solution by adsorption on treated sawdust, *Bioresource Technology*, 89, 121-124.
- Ghazi, I. E., Elamrani, M. K., Mansour, M. (2003) Photocatalytic oxidation of the textile dye basic red 18 with irradiated titanium dioxide, *Toxicological & Environmental Chemistry*, 85, 1-6.
- Gimbert, F., Morin-Crini, N., Renault, F., Badot, P.-M., Crini, G. (2008) Adsorption isotherm models for dye removal by cationized starch-based material in a single component system: Error analysis, *Journal of Hazardous Materials*, 157, 34-46.
- Hassani, A. H., Mirzayee, R., Nasser, S., Borghei, M., Gholami, M., Torabifar, B. (2008) Nanofiltration Process on Dye Removal from Simulated Textile Wastewater, *International Journal of Environmental Science & Technology*, 5, 401-408.
- Konsowa, A. H. (2003) Decolorization of wastewater containing direct dye by ozonation in a batch bubble column reactor, *Desalination*, 158, 233-240.
- Laraous, S., Meniai, A. H., Lehocine, M. B. (2005) Experimental study of the removal copper from aqueous solutions by adsorption using sawdust, *Desalination*, 185, 483-490.
- Mahmoodi, N. M., Hayati, B., Arami, M. (2010) Textile Dye Removal from Single and Ternary Systems Using Date Stones: Kinetic, Isotherm, and Thermodynamic Studies. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 55, 4638-4649.
- Muhammad, Choong, T. S. Y., Chuah, T. G., Yunus, R., Yap, Y. H. T. (2010) Adsorption of  $\beta$ -carotene onto mesoporous carbon coated monolith in isopropyl alcohol and n-hexane solution: Equilibrium and thermodynamic study, *Chemical Engineering Journal*, 164, 178-182.
- Nandi, B. K., Goswami, A., Das, A. K., Mondal, B., Purkait, M. K. (2008) Kinetic and Equilibrium Studies on the Adsorption of Crystal Violet Dye using Kaolin as an Adsorbent. *Separation Science and Technology*, 43, 1382-1403.
- Porter, J. F., McKay, G., Choy, K. H. (1999) The prediction of sorption from a binary mixture of acidic dyes using single- and mixed-isotherm variants of the ideal adsorbed solute theory, *Chemical Engineering Science*, 54, 5863-5885.
- Rachmawati, R., Metty M., Slamet P. (2013) sintesis selulosa diaset dari eceng gondok dan potensinya untuk pembuatan membran, *Jurnal Teknologi kimia dan Industri*, 2, 8-16.
- Sen, T. K., Afroze, S., Ang, H. M. (2010) Equilibrium, kinetics and mechanism of removal of methylene blue from aqueous solution by adsorption onto pine cone biomass of pinus radiata, *Water Air Soil*, 218, 499-515.
- Tan, I. A. W., Ahmad, A. L., Hameed, B. H. (2008) Adsorption of basic dye using activated carbon prepared from oil palm shell: batch and fixed bed studies, *Desalination*, 225, 13-28.
- Widjanarko P. I., Widianoro., Widia F. E., Sutaredjo., Suryadi. (2006) *Kinetika Adsorpsi zat warna congo red dan rhodamine dengan menggunakan serabut kelapa dan ampas tebu*, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Katolik Widya Mandala: Surabaya.



Zonoozi, M. H., Moghaddam, M. R. A.,  
Arami, M. (2008) Removal of Acid Red  
398 Dye from Aqueous Solution by

Coagulation/Flocculation Process,  
*Environmental Engineering and  
Management Journal*, 7,695-699.