

## MODEL KESETIMBANGAN ADSORPSI METHYLENE BLUE MENGGUNAKAN KARBON TEMPURUNG KLUWAK

HR Yuliani<sup>1)</sup>, Hartono Tri<sup>1)</sup>, Todingbua' Abiagel<sup>1)</sup>, Isma A.N.P.Z<sup>2)</sup>, Haera S<sup>2)</sup>, Ida A.I<sup>2)</sup>, A.Musfirah A<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>2)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

This study aims to determine the adsorption model of methylene blue (MB) solution using an adsorbent from kluwak shell carbon (KTK) and 3M KOH activation (KTKA-3M). Adsorption was carried out in a volume of 50 ml of methylene blue at 9 MB concentrations of 80, 90, 100, 110, 120, 125, 130, 140 and 150 ppm, 0.15 g of adsorbent, 90 minutes and a shaker speed of 300 rpm. . Analysis of the concentration of methylene blue solution with UV\_VIS at a wavelength of 662 nm, determined the adsorption model namely Freundlich and Langmuir and the maximum adsorption capacity (qm). Calculations based on initial concentration (Co) and concentration (Ce) for nine concentrations of MB solution. The results showed that KTK and KTKA-3M KOH followed the Langmuir equation at a correlation coefficient (R<sup>2</sup>) of 0.9. Maximum adsorption capacity (qm) 15.2732 mg/g for KTK and 45.0341 mg/g for KTKA-3M

**Keywords:** *Kluwak, Activation, Adsorption, Methylene Blue,*

### 1. PENDAHULUAN

Adsorpsi merupakan proses pemisahan air dengan pengotornya dan banyak digunakan pada pengolahan limbah industri. Prinsip adsorpsi yaitu menjerap konsentrasi larutan tertentu (adsorbat) menggunakan zat penjerap (adsorben) berupa zat padat. Metode ini cukup mudah untuk diterapkan dalam pemurnian air limbah yaitu menggunakan adsorben yang berfungsi menyerap senyawa pewarna (adsorbat) yang terkandung di limbah industri. Merhylene blue merupakan pewarna yang sering digunakan dalam industri tekstil untuk pencelupan dan industri kerajinan. Buangan limbah larutan methylene blue yang memiliki dampak negatif bila terkena kontak dengan manusia dan lingkungan sehingga diperlukan sebuah teknik menghilangkan kandungan atau konsentrasi dari limbah industry [1]. Hasil pencucian pewarna ini mengandung methylene blue yang jika dibuang ke badan sungai akan mengganggu mikroorganisme sehingga dilakukan pengolahn secara adsorpsi. Adsorben yang banyak digunakan yaitu alumina, silika, karbon aktif, resin namun mahal sehingga diperlukan alternatif adsorben berbahan alam dan murah serta ramah lingkungan [2]. Kluwak adalah tanaman yang dagingnya dimanfaatkan sebagai bahan tambahan makanan rawon sehingga meninggalkan tempurung menjadi tumpukan limbah. Tempurung kluwak mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin serta nilai fixed carbon 92.15% sehingga berpotensi dijadikan karbon aktif. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang telah kami lakukan menunjukkan daya jerap tempurung kluwak rendah ditandai dengan persen penjerapa larutan methylene blue (MB) 30 ppm sebesar 20%. Komposisi tempurung kluwak mengandung selulosa, hemiselulosa serta hasil XRD mengandung Ca sehingga dapat digunakan sebagai adsorben [3]. Kinerja adsorben ditingkatkan melalui karbonisasi yang selanjutnya diaktivasi. Tujuan aktivasi menghilangkan zat zat pengotor dalam karbon sehingga membuat karbon lebih berpori. Karbon aktif memiliki luas permukaan yang besar disebabkan kandungan pori yang terbentuk selama karbonisasi dengan menguapkan zat volatil pada material. Peningkatan karbon ini dapat ditingkatkan lagi melalui aktivasi fisika dan kimia. Pada penelitian ini dilakukan dengan mengaktivasi karbon tempurung kluwak dengan KOH yang bertujuan mengikat kotoran dan melarutkan zat volatil saat karbonisasi yang keduanya larut dan terbuang saat pencucian. Variabel yang diteliti adalah bagaimana pengaruh aktivasi KOH 3M pada karbon tempurung kluwak terhadap kinerja dengan adsorben berupa nilai kapasitas maksimum adsorpsi (qm), jumlah adsorben terjerap pada kondisi setimbang pada penentuan model kesetimbangan adsorpsi secara langmuir dan Freundlich. Pada penelitian ini diuji dua model kesetimbangan yaitu Freundlich dan Langmuir dengan membanding karbon tempurung kluwak aktivasi dan tanpa aktivasi serta bagaimana pengaruh aktivasi terhadap kapasitas maksimum adsorpsi.

Model kesetimbangan adsorpsi yang akan dikaji yaitu persamaan freundlich dan langmuir. Pada persamaan freundlich menggambarkan adsorpsi secara heterogen yang menunjukkan muultilayer dengan nilai

<sup>1</sup> Yuliani HR, 08114448864,yulianihr@poliupg.ac.id

konstanta 'n' sedangkan persamaan kesetimbangan langmuir menggambarkan adsorpsi secara monolayer dan nilai kapasitas adsorpsi ( $q_m$ ). Persamaan kesetimbangan adsorpsi [4] dan [5].

### 1.1. Kesetimbang Freundlich

$$q_e = k_f \cdot C_e^{1/n} \quad \dots\dots(1)$$

$q_e$  adalah jumlah adsorbat terjerpa (mg/g),  $k_f$  yaitu konstanta freundlich (l/mg) dan  $n$  menggambarkan parameter adsorpsi intensity di model freundlich.

### 1.2. Kestimbangan Langmuir

$$q_e = \frac{q_m \cdot b \cdot C_e}{1 + b \cdot C_e} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$q_m$  merupakan kapasitas maksimum adsorpsi (mg/g),  $b$  adalah konstanta langmuir (l/mg).

Kapasitas maksimum adsorpsi ( $q_m$ ) dihitung berdasarkan model Isotherm Langmuir yang ditunjukkan pada Persamaan (2) dan jumlah methylene blue yang terjerap tiap massa adsorben pada kesetimbangan ( $q_e$ ) dihitung menggunakan persamaan (3).

$$q_e = \left( \frac{C_o - C_e}{m} \right) \times V_a \quad (3)$$

Konsentrasi kesetimbangan pada larutan (mg/L) " $C_e$ " dan  $V_a$  berupa volume adsorbat (mL) .

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Variabel Penelitian

Konsentrasi methylene blue sebanyak 9 buah yaitu 80 – 150 ppm dan konsentrasi KOH 3M. Volume methylene blue 50 ml dan berat adsorben 1.5 gram. Adsorben yang digunakan karbon kluwak tanpa aktivasi (KTK) dan aktivasi 3 KOH (KTKA-3M).

### 2.2 Adsorpsi

50 mL larutan MB kosnetrasi 80, 90, 100, 110, 120, 125, 130, 140 dan 150 ppm masing dimasukkan ke dalam erlemeyer 100 mL dan diberi label 1-9. Menambahkan tiap erlemeyer sebanyak 0.15 gram karbon tempurug kluwak (KTK), selanjutnya diletakkan dan diatur di shaker. Nyalahkan haker, atur waktu 90 menit dan kecepatan shaker 300 rpm. Sample di masukkan dalam tabung sentrifuge dan diletakkan ke dalam rotary sentrifuge, kecepatan 500 rpm selama 10 menit. Saring sample 1-9 menggunakan corong dan kertas saring, filtrat yang didapatkan selanjutnya dimasukan dalam botol dan diberi label. Filtrat dan adsorben disaring selanjutnya siap dianalisis menggunakan UV-VIS.

\*) Perlakuan yang sama buat KTKA-3M.

### 2.3 Pengujian

Filtrat hasil pengujian UV-VIS akan didapatkan absorbansi dikonversi ke konsentrasi. Pada adsorpsi menunjukkan konsentrasi ( $C_e$ ) selama 90 menit dengan Panjang gelombang 662 nm.

### 2.4 Analisis Data

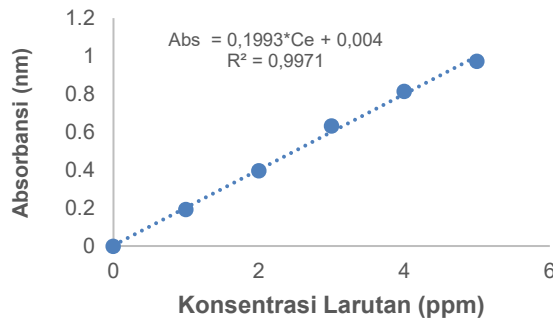
Filtrat hasil diadsorpsi menggunakan UV VIS pada Panjang gelombang 662 nm yang selanjutnya diolah menggunakan Persamaan (1) dan (2). Nilai  $C_o$  dan  $C_e$  didapatkan dengan mengkonversi melalui kurva standar maupun Persamaan Kurva Standar.

Hasil pengujian berupa konsentrasi awal ( $C_o$ ) dan konsentrasi setimbang ( $C_e$ ) selanjutnya diolah untuk mengetahui model kesetimbangan adsorpsi larutan methylene blue menggunakan KTK dan KTKA-3M.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Kurva Standar

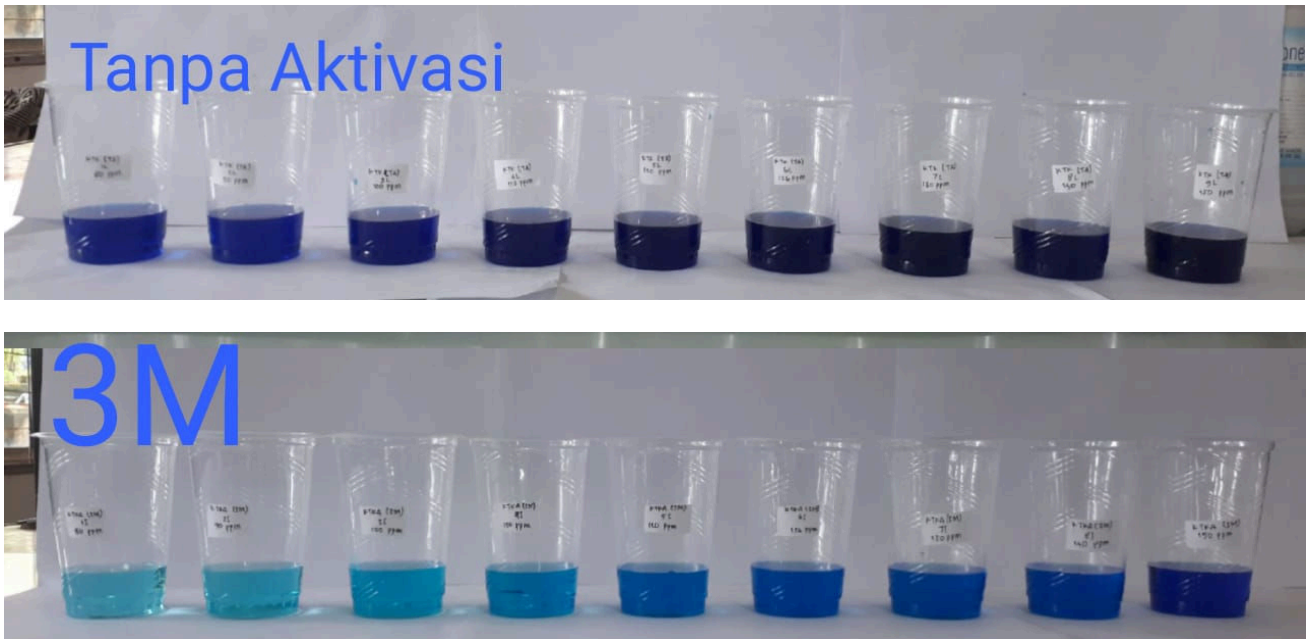
Kurva standar bertujuan menentukan konsentrasi awal ( $C_0$ ) dan konsentrasi setimbang ( $C_e$ ) pada larutan uji melalui hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi. Hubungan keduanya berupa persamaan regresi linier berupa  $y = mx + c$ . Methylene blue memiliki panjang gelombang 662 nm dengan pengujian konsentrasi MB 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm. Hasil pengujian didapatkan persamaan  $Abs = 0.1993 \cdot Ce + 0.004$  dengan  $R\_Square$  0.9971 mendekati 1 yang mengindikasikan bahwa persamaan akurat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Standar

#### 3.2 Model Adsorpsi

Adsorpsi larutan methylene blue menggunakan KTK dan KTKA ditunjukkan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa dengan aktivasi KOH 3M pada KTK mengalami peningkatan penyerapan yakni warna larutan methylene blue lebih mudah.



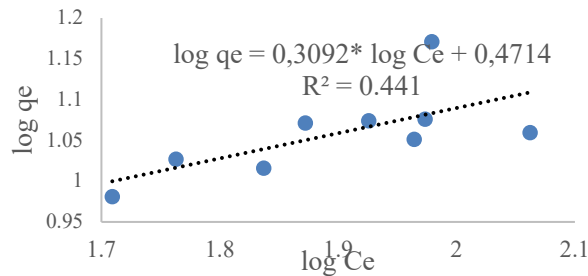
Gambar 2. Hasil Adsorpsi Larutan MB dengan KTK dan KTKA-3M.

#### 3.3. Model Kesetimbangan Adsorpsi Freundlich.

Hasil pengujian berupa absorbansi di konversi menjadi  $C_e$  menggunakan  $C_e = (Abs - 0.004) / 0.1993$ . Nilai  $C_e$  selanjutnya digunakan untuk menentukan model kesetimbangan adsorpsi pada linierisasi Persamaan (1) ditunjukkan pada Persamaan (4), [6]. Hubungan  $\log q_e$  terhadap  $\log C_e$  ditunjukkan Gambar 3.

$$\log q_e = \log k_f - 1/n \cdot \log C_e \quad (4)$$

Persamaan regresi linier pada model kesetimbangan adsorpsi Freundlich untuk karbon tempurung kluwak tanpa aktivasi (KTK) yaitu  $\log q_e = 0.3092 \cdot \log C_e + 0.4714$  dengan  $R^2 = 0.441$ . Hal ini menunjukkan bahwa model ini tidak sesuai untuk adsorpsi larutan methylene blue ditunjukkan nilai koefisien relasi ( $R^2$ ) sangat rendah dan jauh dari nilai 1. Hasil perhitungan adsorben karbon tempurung kluwak aktivasi 3M KOH secara Freundlich ditunjukkan pada Tabel 1.



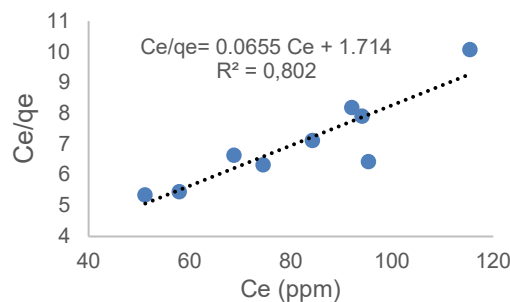
Gambar 3. Log qe Terhadap Ce

### 3.4. Model kesetimbangan adsorpsi Langmuir

Model adsorpsi menggambarkan sistem adsorpsi adsorbat dengan adsorben kluwak secara monolayer. Penentuan model ini dengan melinierkan Persamaan (2) menjadi Persamaan (5).

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m \cdot b} + \frac{C_e}{q_m} \quad (5)$$

Data hasil pengukuran berupa  $C_e$  dan nilai  $q_e$  dari Persamaan (3) dibuat hubungan  $C_e/q_e$  dengan  $C_e$  pada Gambar 4.



Gambar 4. Ce/qe Terhadap Ce

Tabel 1. Model Kesetimbangan Adsorpsi

Variable	Langmuir		Rsquare	Freundlich		
	qm (mg/g)	b (L/mg)		n	Kf (L/mg)	Rsquare
KTK	15.2732	0.0382	0.8020	3.2343	2.9605	0.4410
KTKA-3M	45.0341	1.8722	0.9932	7.6175	31.4940	0.9262

Hasil perhitungan berupa nilai koefisien relasi (Rsquare) pada Tabel 1 menunjukkan model kesetimbangan adsorpsi larutan methylene blue menggunakan karbon tempurung kluwak tanpa aktivasi maupun aktivasi 3M KOH mengikuti model langmuir ditunjukkan  $R^2$  model langmuir lebih tinggi dibandingkan dengan model kesetimbangan freundlich. Hal ini mengindikasikan bahwa adsorpsi larutan MB menggunakan KTK dan KTKA-3 M KOH mengikuti model Langmuir menunjukkan bahwa adsorpsi monolayer. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Lanjar, dkk [7] pada adsorpsi Zat Warna methyl violet oleh karbon aktif berbasis limbah daun nanas mengikuti kesetimbangan langmuir dengan persamaan  $y = 4.854 \cdot x + 0.2407$  dimana  $y = ce/q_e$  dan  $x$  ada  $C_e$  pada  $R^2$  0.9. Adsorpsi methylene blue menggunakan abu coto

makassar juga mengikuti model Langmuir [8]. Pada adsorpsi MB dengan KTK dan KTKA penjerapan adsorbat secara berjejer atau monolayer di permukaan adsorbent maupun permukaan pori.

Kapasitas maksimum adsorpsi ( $q_m$ ) dengan aktivasi KOH 3M mengalami peningkatan 3 kali lebih besar dengan karbon tempurung kluwak tanpa aktivasi seperti ditunjukkan pada Tabel 1 yakni 15.27 mg/g menjadi 45.03 mg/g. Aktivasi bertujuan membuka pori dengan mengikat dan melarutkan kotoran sehingga permukaan bersih berpori. Adsorben yang berpori memiliki luas permukaan yang lebih besar sehingga daya jerap juga meningkat Adsorpsi methylene blue menggunakan lempung dan zeolite aktivasi memiliki kapasitas penjerapan lebih tinggi dibandingkan tanpa aktivasi [9].

#### 4. KESIMPULAN.

Adsorpsi methylene blue menggunakan karbon tempurung kluwak tanpa aktivasi maupun aktivasi 3M KOH mengikuti model Langmuir. Kapasitas maksimum adsorpsi metylen blue ( $q_m$ ) dengan KTK-3M lebih besar 3x KTK.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shofa, "Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu dengan AKTivasi Kalium Hidroksida", 2012, [Online]. Tersedia: <https://lib.ui.ac.id> [diakses 10 Desember 2020].
- [2] Eko Ariyanto, Heni Juniar, Ema Luvita Sari, and Rini Marindah, "Adsorption Studies of Methylene Blue and Methylene Red on Activated Carbon Derived from Agricultural waste": Rubber (*Havea brasiliensis*) Seed Powder, Proceedings of The 5th Sriwijaya International Seminar on Energy and Environmental Science & Technology, Palembang, Indonesia, pp. 153-157, 2014.
- [3] Farida Hanum, Rikardo Jgst Gultom, dan Maradona Simanjuntak, "Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru Dengan Karbon Aktif Dari Kulit Durian Menggunakan KOH Dan NaOH Sebagai Aktivator", Jurnal Teknik Kimia USU, Vol.6, No. 1, 2017
- [4] Do. D.D, Adsorption Analysis: Equilibrium and Kinetics, vol 1, Imperial College Press, London. 1998.
- [5] Tan, Hameed and Ahmad, "Equilibrium And Kinetic Studies On Basic Dye Adsorption By Oil Palm Fibre Activated Carbon", Chemical Engineering Journal 127 p. 111-119, 2007.
- [6] B. Agarwal dan P. Sengupta, "Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic Studies of Simultaneous Co-Adsorptive Removal of Phenol and Cyanide Using Chitosan", International Journal of Chemical, Molecular, Nuclear, Materials and Metallurgical Engineering Vol:7, No:11, 2013
- [7] Lanjar, Fatma Indah Riayanti dan Widi Astuti, "Kesetimbangan Adsorpsi Zat Warna Methyl Violet Oleh Karbon Aktif Berbasis Limbah Daun Nanas (*Ananas comosus*L)", Metana Vol. 14 (2) :31-36, 2018.
- [8] HR Yuliani, Hartono Tri, Puspita S, Juliati, Musfira, A.A, Isma, A.N.O.Z dan Ida A.I. "Kajian Awal Adsorben Abu Kayu Terhadap Methylene Blue", INTEK Jurnal Penelitian, vol.6, no. 2, hal. 133-138, 2019.
- [9] Wiyantoko, Pipit Novi Andri, Dyah Anggarini, "Pengaruh Aktivasi Fisika pada Zeolit Alam dan Lempung Alam terhadap Daya Adsorpsinya Bayu", Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya, pp. 120-128, Nov. 5, 2017.

#### 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Politeknik Negeri Ujung Pandang atas pendanaan penelitian, Jurusan Teknik Kimia atas sarana penelitian dan pengujian, Civitas Teknik kimia serta tim kluwak atas Kerjasama terjalin selama aktivitas penelitian.