

## OPTIMASI PENGGUNAAN BIOSORBENT BERBASIS BIOMASSA: PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR TERHADAP LUAS PERMUKAAN KARBON AKTIF BERBAHAN ECENG GONDOK (*EICHORNIA CROSSIPES*) UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS AIR

**Moh. Mualliful Ilmi<sup>1</sup>, Naimatul Khoiroh<sup>2</sup>, Trisna Bagus Firmansyah<sup>3</sup>, Eko Santoso<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Kimia FMIPA Keputih, ITS Surabaya

Email: <sup>1</sup>ilmi.kimia.its@gmail.com, <sup>2</sup>naimatul14@mhs.chem.its.ac.id

<sup>3</sup>trsnabagusf4@gmail.com, <sup>4</sup>ekos@chem.its.ac.id

**Abstrak** -- Pencemaran lingkungan, terutama pada air sangat banyak terjadi, hal ini dapat diatasi salah satunya melalui proses adsorpsi menggunakan biosorbent berupa karbon aktif. Salah satu bahan yang melimpah dan dapat dimanfaatkan untuk karbon aktif adalah biomassa eceng gondok. Kualitas karbon aktif ditentukan oleh luas permukaan yang dapat dipengaruhi dari aktivatornya. Oleh karena itu pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi aktivator HCl terhadap luas permukaan karbon aktif dari eceng gondok. Diharapkan dengan penelitian ini didapat luas permukaan maksimum, sehingga dapat menjadi langkah optimasi untuk menghasilkan biosorbent berbasis biomassa sehingga dapat mengurangi akumulasi limbah organik pada perairan. Beberapa tahapan yang telah dilakukan dalam penelitian ini adalah pembuatan karbon aktif yang terdiri dari proses dehidrasi, karbonasi, dan aktivasi menggunakan variasi konsentrasi HCl; dan proses pengujian luas permukaan karbon aktif menggunakan methylene blue. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa semakin besar konsentrasi HCl maka akan semakin kecil luas permukaan karbon aktif. Luas permukaan paling besar didapat pada konsentrasi aktivator HCl 1 M yakni sebesar  $45487.55 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2 \text{ kg}^{-1}$  di mana proses adsorpsi yang terjadi mengikuti pola grafik isothermal Langmuir.

**Kata kunci:** Karbon aktif, biosorbent, biomassa, eceng gondok, adsorpsi, luas permukaan, activator

### 1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi manusia. Pemenuhan kebutuhan air bersih sudah menjadi masalah yang sangat umum dan belum diatasi disebagian besar wilayah Negara Indonesia pada umumnya terutama di daerah-daerah pedesaan dan daerah terpencil. Sulitnya pemenuhan kebutuhan air bersih mengakibatkan masalah lain yang lebih kompleks. Salah satu penyebabnya adalah lingkungan ekosistem yang saat ini seringkali terdapat zat berbahaya. Zat berbahaya tersebut di antaranya adalah logam berat yang terdiri dari Pb, Zn, Cd, Ni dan Cu. Logam berat merupakan polutan yang berbahaya dan sangat toksik karena sifatnya yang sukar terurai. Sifat inilah yang menyebabkan logam berat dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh makhluk hidup sehingga dapat menyebabkan keracunan secara akut (Darmodo, 1994).

Mengingat besarnya dampak yang ditimbulkan oleh logam berat, masalah pencemaran lingkungan dan pengaruhnya terhadap kesehatan mendapat perhatian penting. Logam berat dapat dipisahkan dengan berbagai cara seperti pengendapan kimia, elektrodeposisi, ekstraksi pelarut, ultrafiltrasi dan penukar ion (Effendi, 2003). Penggunaan karbon aktif dan resin penukar ion sebagai adsorben polutan telah umum digunakan. Namun kedua bahan tersebut tidak mudah didapatkan dan harganya juga relatif mahal, oleh karena itu para peneliti mulai mencari alternatif material yang dapat digunakan sebagai bahan penyerap yang ramah lingkungan, mudah

didapatkan serta ekonomis, salah satunya adalah seperti biosorbent dari karbon aktif (R. Chen, 2015).

Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan tidak terjadi kebocoran udara didalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi (T.A. Kurniawan, 2006). Banyak bahan yang digunakan sebagai karbon aktif, salah satunya adalah penggunaan adsorben dari eceng gondok.

Menurut Wilbraham (1992), eceng gondok dapat digunakan sebagai adsorben material berbahaya pada lingkungan. Hal ini karena kandungan serat eceng gondok tinggi, yaitu 72,63% selulosa. Kandungan selulosa ini sangat berpotensi untuk digunakan sebagai penyerap bahan tertentu. Selulosa termasuk ke dalam polisakarida pembangun yang paling penting pada tumbuhan. Selulosa merupakan material padatan berpori yang memiliki kemampuan untuk menyerap bahan-bahan lain di sekelilingnya. Sehingga dapat dimanfaatkan sebagai material penyerap bahan berbahaya bagi lingkungan. Selain itu, eceng gondok juga merupakan tanaman yang sangat melimpah, pertumbuhannya sangat banyak di sungai-sungai sehingga dapat mempersempit sungai. Oleh karena itu perlu adanya pemanfaatan eceng gondok.

Efektivitas karbon aktif dinilai dari besar kapasitas adsorpsinya. Proses adsorpsi pada karbon aktif dipengaruhi oleh luas permukaan karbon aktif. Pemilihan jenis aktivator akan berpengaruh terhadap luas permukaan karbon aktif, sehingga jenis activator secara langsung juga akan sangat memengaruhi kualitas karbon aktif. Beberapa jenis senyawa kimia yang sering digunakan aktivator adalah  $ZnCl_2$ , KOH,  $H_2SO_4$ , dan HCl. Masing-masing jenis activator dapat menyebabkan perbedaan luas permukaan dan volume pori-pori masing-masing karbon aktif yang dihasilkan. Pada penelitian ini, karbon aktif diaktivasi menggunakan HCl dengan beberapa variasi konsentrasi sehingga dapat diketahui pengaruh dari konsentrasi activator terhadap luas permukaan karbon aktif.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Furnace, ember plastik, saringan 120 mesh, pisau, aluminium foil, gelas beker, oven, cawan, gelas ukur, kertas saring, magnetic stirrer, corong, neraca analitik, labu ukur, erlenmeyer, pipet volume, pipet tetes, spatula, spektrofotometer uv-vis, kaca arloji, alu + mortar. Sedangkan bahan yang dibutuhkan antara lain eceng gondok, HCl, aquadest, *methylene blue*.

### 2.2 Prosedur Penelitian

#### a) Pembuatan Karbon

Pembuatan karbon terdiri dari tiga tahap, yakni preparasi, dehidrasi, dan karbonasi. Preparasi eceng gondok dilakukan dengan mengambil bonggol dari eceng gondok dan memisahkannya dari bagian lainnya, kemudian dibersihkan menggunakan air untuk menghilangkan tanah atau kotoran lain yang masih menempel. Bonggol Eceng Gondok dipotong kecil-kecil. Tahapan selanjutnya adalah proses dehidrasi. Hal ini dilakukan dengan mengeringkan eceng gondok pada sinar matahari selama 12 jam. Namun agar eceng gondok yang dihasilkan lebih kering maka dilakukan pengovenan pada suhu  $105^\circ C$  selama 24 Jam di mana sebelum dioven potongan eceng gondok hasil pengeringan pada sinar matahari dihaluskan dengan blender hingga berbentuk serat-serat halus.

Setelah proses dehidrasi selesai, Setelah kandungan air dalam eceng gondok sudah habis, dilanjutkan tahap karbonasi, yakni serabut eceng gondok yang telah kering difurnace pada suhu  $300^\circ C$  selama 2 Jam. Kemudian hasil furnace ditumbuk menggunakan alu dan mortar agar lebih halus dan diseragakan ukurannya dengan melakukan penyaringan menggunakan saringan 125 mesh.

#### b) Aktivasi Karbon Aktif

Ditimbang karbon aktif hasil karbonasi sebanyak empat kali penimbangan (sesuai dengan variasi konsentrasi aktivator HCl). Dimasukkan ke dalam beaker glass. ditambahkan masing-masing larutan HCl dengan konsentrasi 2 M, 1.5 M, 1 M dan 0,5 M. Kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 Jam. Campuran ini selanjutnya dipisahkan dengan melakukan penyaringan menggunakan saringan whatman sehingga terpisah antara karbon aktif dan filtrat. Karbon aktif yang dihasilkan dicuci berkali-kali menggunakan aquades dan kemudian dioven pada suhu  $105^\circ C$  selama 30 menit agar didapatkan karbon aktif yang kering.

#### c) Pembuatan Kurva Kalibrasi Methylene Blue

Dibuat variasi konsentrasi methylene blue sebesar 10 ppm, 8 ppm, 6 ppm, 4 ppm dan 2 ppm. Kemudian absorbansi masing-masing larutan diukur menggunakan UV-Vis. Hasil absorbansi ini selanjutnya diplot dalam kurva kalibrasi sebagai sumbu y dan Konsentrasi Methylene Blue (ppm) sebagai sumbu X.

#### d) Pengukuran Kapasitas Adsorpsi

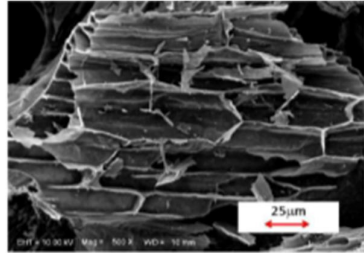
Dibuat methylene blue yang akan digunakan sebagai adsorbat dengan 5 variasi konsentrasi, yakni 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, dan 250 ppm. Ditimbang 0,02 gram sebanyak 5 kali dari masing-masing karbon aktif yang sudah diaktivasi dengan 2 M, 1.5 M, 1 M dan 0.5 M HCl. Sehingga ada 20 kali penimbangan. Karbon aktif kemudian dimasukkan ke dalam gelas beaker dan masing-masing ditambahkan 5 mL larutan methylene blue seseuai dengan jumlah variasi konsentrasi yang ada. Sehingga masing-masing konsentrasi methylene blue terdapat 4 beaker perendaman. Direndam masing-masing campuran selama 24 jam kemudian dipisahkan residu dan filtrat melalui penyaringan menggunakan kertas saring whatman. Diukur absorbansi filtrat menggunakan UV-Vis dan dihitung konsentrasi masing-masing filtrat dengan kurva kalibrasi. Hasil pengukuran UV-Vis digunakan untuk plot grafik isothermal Langmuir dan freundlich agar diketahui adsorpsi mengikuti pola penyerapan apa. Dari grafik ini juga akan dapat dihitung pula kapasitas adsorpsi dan luas permukaan masing-masing karbon aktif yang divariasi aktivasi.

## 3. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Morfologi Adsorben

Untuk mengetahui morfologi dari karbon aktif digunakan uji scanning electron microscopy (SEM). Hasil uji tersebut, yang dapat dilihat pada Gambar 1, menunjukkan bahwa material adsorbent memiliki beberapa pori yang sangat

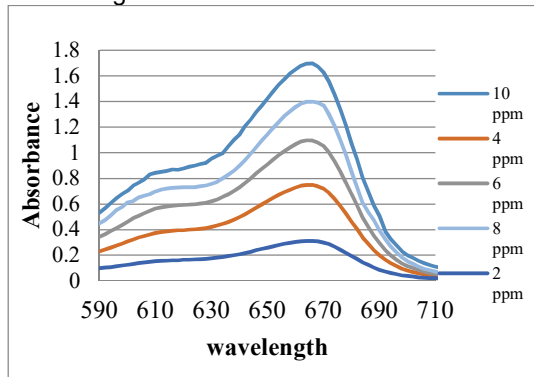
heterogen dan berbentuk seperti sarang lebah dengan ukuran yang berbeda (Tarapitakcheev, 2013).



Gambar 1. Morfologi karbon aktif berbahan dasar eceng gondok diaktivasi NaCl 0.1 M

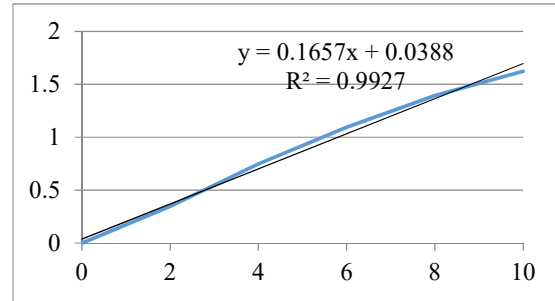
### 3.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Untuk membuat kurva kalibrasi dilakukan pengukuran  $\lambda$  maks methylene blue yang akan digunakan untuk pembuatan kurva kalibrasi. Hasil pengukuran  $\lambda$  maks methylene blue diperoleh hasil sebagai berikut:

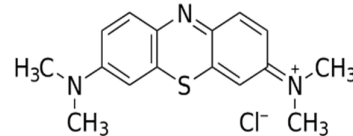


Gambar 2. Spektra UV-Vis Methylene Blue dengan variasi konsentrasi

Dilakukan pembuatan kurva kalibrasi methylene blue dari variasi konsentrasi metilen blue dan diukur menggunakan Spektroskopi UV-Vis sebagai berikut:



Gambar 3. Kurva Kalibrasi Methylene Blue



Gambar 4. Struktur Senyawa Methylene Blue

### 3.3 Absorpsi

Pada percobaan absorpsi karbon aktif dari biomassa eceng gondok dengan menggunakan activating agent HCl. Kemudian dilakukan pengujian masing-masing variasi konsentrasi methylene Blue 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm dan 250 ppm dengan masing-masing karbon aktif yang diaktivasi dengan 0.5 M, 1 M, 1.5 M, 2 M dan 2.5 M HCl. Karbon aktif direndam dalam sampel selama 24 jam agar mencapai adsorpsi kesetimbangan, dan dicapai adsorpsi maksimal. Kemudian dipisahkan Antara karbon aktif dengan filtrate menggunakan kertas saring whatmann. Kemudian filtrate yang didapatkan diukur absorbansinya menggunakan UV-Vis dan digunakan persamaan kurva kalibrasi untuk menentukan konsentrasi dari masing-masing filtrate dan diperoleh data sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Percobaan

| No | Kons. Aktivator (M) | Massa Karbon Aktif (g) | Co (ppm) | Abs. Akhir (ppm) | Ce (ppm) | Qe (mg/g) |
|----|---------------------|------------------------|----------|------------------|----------|-----------|
| 1  | 0.50                | 0.0195                 | 50       | 0.026            | 0.151    | 2.556     |
| 2  | 0.50                | 0.0195                 | 100      | 0.215            | 1.251    | 5.064     |
| 3  | 0.50                | 0.0195                 | 150      | 0.496            | 2.885    | 7.544     |
| 4  | 0.50                | 0.0195                 | 200      | 1.338            | 7.784    | 9.857     |
| 5  | 0.50                | 0.0195                 | 250      | 4.074            | 23.700   | 11.605    |
| 6  | 1.00                | 0.0200                 | 50       | 0.019            | 0.111    | 2.492     |
| 7  | 1.00                | 0.0201                 | 100      | 0.185            | 1.076    | 4.924     |
| 8  | 1.00                | 0.0200                 | 150      | 0.401            | 2.333    | 7.394     |
| 9  | 1.00                | 0.0200                 | 200      | 1.111            | 6.463    | 9.677     |
| 10 | 1.00                | 0.0168                 | 250      | 4.024            | 23.409   | 13.456    |
| 11 | 1.50                | 0.0200                 | 50       | 0.016            | 0.093    | 2.495     |

|    |      |        |     |       |        |        |
|----|------|--------|-----|-------|--------|--------|
| 12 | 1.50 | 0.0200 | 100 | 0.179 | 1.041  | 4.948  |
| 13 | 1.50 | 0.0200 | 150 | 0.383 | 2.228  | 7.389  |
| 14 | 1.50 | 0.0200 | 200 | 1.056 | 6.143  | 9.693  |
| 15 | 1.50 | 0.0200 | 250 | 3.960 | 23.037 | 11.348 |
| 16 | 2.00 | 0.0220 | 50  | 0.010 | 0.058  | 2.270  |
| 17 | 2.00 | 0.0223 | 100 | 0.111 | 0.646  | 4.455  |
| 18 | 2.00 | 0.0219 | 150 | 0.352 | 2.048  | 6.756  |
| 19 | 2.00 | 0.0221 | 200 | 1.021 | 5.939  | 8.781  |
| 20 | 2.00 | 0.0223 | 250 | 3.322 | 19.325 | 10.344 |

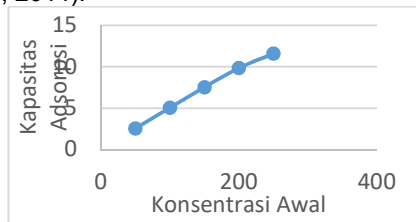
**3.4 Efek Konsentrasi Awal**

Efek konsentrasi awal dari proses adsorpsi dianalisis dengan melakukan plot kapasitas adsorpsi sebagai sumbu X dan Konsentrasi awal sebagai sumbu Y, untuk menghitung kapasitas adsorpsi digunakan persamaan kapasitas adsorpsi Vanderborght-Van Griekenm:

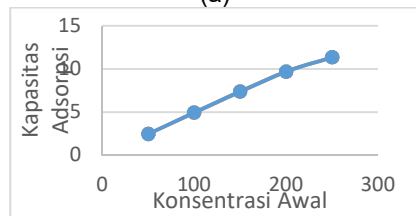
$$Q_E = \frac{(C_i - C_e) \times V}{m} \tag{1}$$

Di mana Q<sub>e</sub> = jumlah mg yang teradsorpsi dalam setiap gram adsorbent atau kapasitas adsorpsi, V= Volume adsorbat, C<sub>i</sub>= konsentrasi sebelum adsorpsi, C<sub>e</sub> = konsentrasi sesudah adsorpsi and m= massa adsorbent yang digunakan.

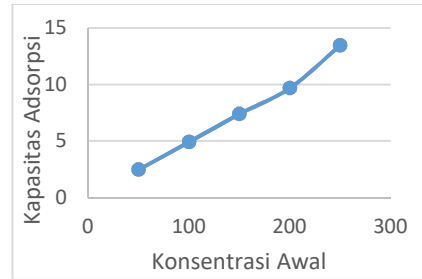
Dari hasil plot di atas di dapat grafik sebagaimana Gambar 5. Hasil tersebut menunjukkan menunjukkan bahwa dalam konsentrasi activator yang sama, dengan semakin besarnya konsentrasi mula-mula maka nilai kapasitas adsorpsi menjadi semakin besar. Dimana hasil yang didapat sesuai teori, secara teoritis Konsentrasi awal memberi kemungkinan adanya driving forces (gaya menembus) untuk menerobos resistansi transfer massa methylene blue antara fasa cair padat (Aroua, 2008). Sehingga dengan naiknya konsentrasi awal maka driving forces akan semakin besar, sehingga kapasitas adsorpsi menjadi semakin besar (El Wakil, 2014).



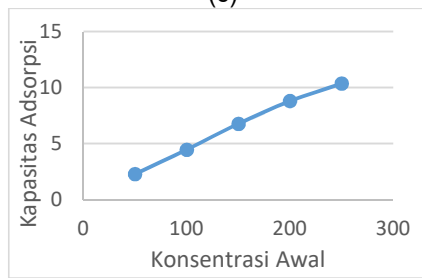
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 5. Kapasitas Adsorpsi VS Konsentrasi Awal untuk Konsentrasi Aktivator HCl (a) 0.5 M (b) 1 M (c) 1.5 M (d) 2 M

**3.5 Adsorpsi Isothermal**

Studi terhadap pengembangan kapasitas adsorpsi dapat dilakukan dengan melakukan eksperimen terhadap interaksi kimia antara adsorbat dan adsorbent atau dengan menaikkan laju difusi intra partikel dari molekul adsorbat pada pori sebagai hasil dari naiknya viskositas larutan akibat tingginya temperature dan beberapa sisi aktif terbentuk karena adanya beberapa ikatan internal pada ujung sisi aktif pada permukaan sorben (Acharya, 2008; Boudrahem, 2009).

Untuk menjelaskan proses interaksi antara adsorben adsorbat, maka seringkali digunakan pendekatan adsorpsi isothermal, dimana pada keadaan tersebut, jumlah adsorbate (molekul teradsorpsi) merupakan fungsi dari tekanan (jika molekulnya dalam bentuk gas) atau sebagai fungsi dari konsentrasi pada keadaan temperatur konstan. Di antara model adsorpsi isothermal adalah adsorpsi freundlich dan Langmuir.

Untuk mengetahui model adsorpsi karbon aktif dengan masing-masing variasi konsentrasi

dilakukan fitting curve dengan persamaan Berikut beberapa tipe persamaan Langmuir pada Langmuir dan Freundlich. Tabel 2.

Tabel 2. Tipe Persamaan Langmuir

| Isotherm        | General Form                          | Linear Form                         | Plot                 |
|-----------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| Langmuir Type 1 | $q_e = (q_m K_a C_e) / (1 + K_a C_e)$ | $C_e/q_e = (1/q_m)C_e + 1/K_a q_m$  | $C_e/q_e$ Vs $C_e$   |
| Langmuir Type 2 |                                       | $1/q_e = (1/K_a q_m)1/C_e + 1/q_m$  | $1/q_e$ Vs $1/C_e$   |
| Langmuir Type 3 |                                       | $q_e = q_m - (1/K_a) (q_e/C_e)$     | $q_e$ Vs $(q_e/C_e)$ |
| Langmuir Type 4 |                                       | $q_e/C_e = K_a q_m \cdot K_a (q_e)$ | $q_e/C_e$ Vs $q_e$   |

(Itodo *et al.*,2009 a, b, c, d, e; ;Yuh,2006)

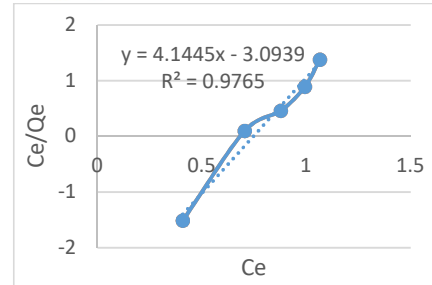
Persamaan Langmuir mengasumsikan bahwa adsorpsi terjadi pada permukaan spesifik adsorben yang bersifat homogen (Langmuir I. 1918) (Ho, 2002). Pada percobaan ini digunakan persamaan Langmuir tipe 1, agar nilai Qm dapat langsung ditentukan dari 1/slope dari kurva yang didapat. Sedang Persamaan Adsorpsi isothermal freundlich merupakan persamaan empiris yang digunakan untuk menjelaskan adsorpsi yang terjadi pada permukaan yang bersifat heterogen (Freundlich, 1906) persamaan freundlich juga menunjukkan proses adsorpsi yang bersifat reversible dan reversible adsorption. Dan tetap tidak terlarang untuk membentuk proses adsorpsi yang monolayer (Tarapitakcheevin, 2013). Untuk fitting curve dengan persamaan Freundlich digunakan persamaan freundlich berikut:

$$Q_e = K_f \times C_e^{\frac{1}{n}} \tag{2}$$

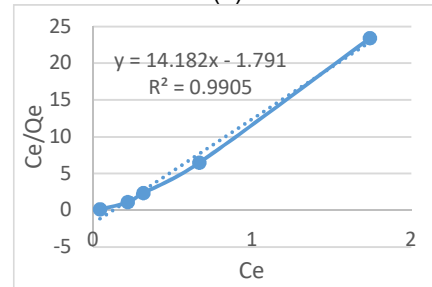
kemudian persamaan tersebut direorganisasi dengan mengubahnya menjadi persamaan logaritma agar didapat persamaan kurva yang linier sebagai berikut:

$$\text{Log}Q_e = \text{Log}K_f + \frac{1}{n}C_e \tag{3}$$

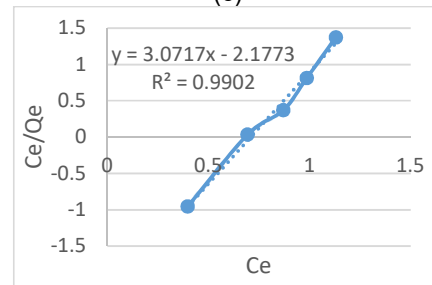
Di mana nilai Kf adalah Konstanta Isoterm Freundlich (mg/g), Qe = jumlah mg yang teradsorps dalam setiap gram adsorbent atau kapasitas adsorpsi, C\_e = konsentrasi sesudah adsorpsi dan n = intensitas adsorpsi (Dada, A.O., 2012).



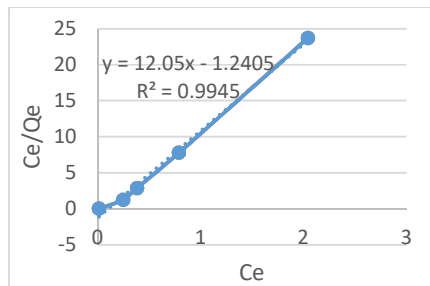
(b)



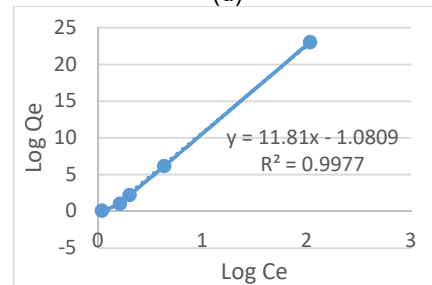
(c)



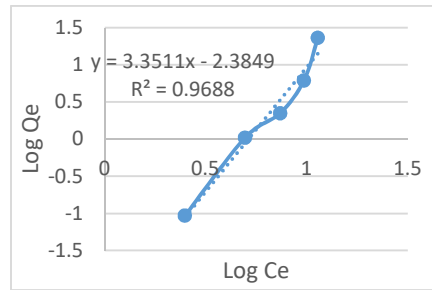
(d)



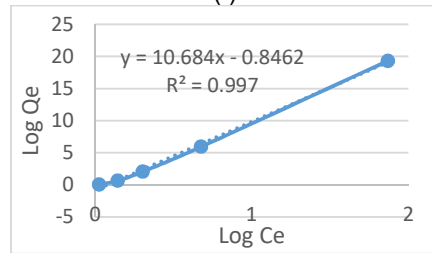
(a)



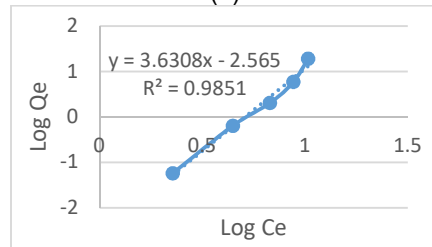
(e)



(f)



(h)



(i)

Gambar 6. (a), (c), (e) dan (g) Plot Persamaan langmuir pada hasil adsorpsi dengan adsorbent yang diaktivasi berturut-turut 0.5 M, 1 M, 1.5 M dan 2 M Larutan HCl. (b), (d), (f) dan (h) Plot Persamaan Freundlich pada hasil adsorpsi dengan adsorbent yang diaktivasi berturut-turut 0.5 M, 1 M, 1.5 M dan 2 M Larutan HCl

Dari data tersebut didapatkan bahwa adsorpsi karbon aktif menggunakan biomassa eceng gondok dengan aktivasi HCl lebih mengikuti pola grafik isothermal Langmuir dibanding pola grafik isothermal Freundlich di mana nilai koefisien regresi R<sup>2</sup> Langmuir lebih mendekati 1 dibanding dengan nilai regresi kurva Freundlich

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa proses adsorpsi yang terjadi merupakan proses adsorpsi homogen monolayer bukan adsorpsi heterogen. Dimana pada adsorpsi ini ikatan yang terbentuk adalah ikatan kovalen Antara adsorbat dengan adsorben bukan gaya vander walls.

Hasil yang diperoleh sesuai dengan hasil yang diperoleh oleh Low et.al (1995) dimana pada percobaannya melukan eksperimen pada biomassa dari akar eceng gondok yang dikeringkan digunakan untuk menghilangkan pewarna methylene blue dan Victoria blue dalam larutan. Dan data adsorbs yang diperoleh mengikuti model Isotermal Langmuir.

Pada publikasi yang dilakukan Kanwade dan Gaikwad (2011) dimana keduanya mempelajari

model adsorpsi karbon aktif berbahan dasar eceng gondok untuk menghilangkan pewarna methylene blue dalam larutan. Saltabas et. Al di tahun 2012 yang mempelajari kapasitas biosorpsi pada eceng gondok terhadap pewarna kation methylene blue dimana pada kondisi kesetimbangan keduanya menemukan bahwa model adsorpsinya sangat sesuai dengan model adsorpsi Langmuir (Priya, 2014).

**3.6 Penghitungan Luas Permukaan Spesifik Adsorben**

Untuk melakukan penghitungan luas permukaan masing-masing adsorben dengan masing-masing variasi konsentrasi digunakan persamaan sebagai berikut:

$$S_{MB} = \frac{(q_m \times a_{MB} \times N_A \times 10^{-2})}{M} \tag{4}$$

- S<sub>MB</sub> = luas area spesifik 10<sup>-3</sup>km<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>;
- Q<sub>m</sub> = jumlah molekul yang teradsorp pada monolayer dalam mg/g.
- a<sub>MB</sub> = luas permukaan yang dapat terisi dengan satu molekul Methylene Blue =197.2 Å<sup>2</sup> (Graham, 1955; Ardizzone et al., 2003)
- N<sub>A</sub> = Bilangan Avogadro, 6.02x10<sup>23</sup> partikel/mol ;
- M = berat molekul dari methylene blue, 373.9 g mol<sup>-1</sup> (Chongrak et al.,1998; Itodo et al., 2010a,b)

Di mana nilai Q<sub>m</sub> adalah kapsitas adsorpsi maksimal dan didapat dari 1/Slope dari kurva Langmuir di atas.

Tabel 3. Hasil Penghitungan Luas permukaan spesifik

| No | HCl (M) | Slope  | Q <sub>m</sub> (mg/g) | Luas Permukaan Spesifik (10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> ) |
|----|---------|--------|-----------------------|--|
| 1  | 0.50    | 0.0825 | 12.12                 | 38485.22   |
| 2  | 1.00    | 0.0698 | 14.33                 | 45487.55   |
| 3  | 1.50    | 0.0845 | 11.83                 | 37574.33   |
| 4  | 2.00    | 0.0933 | 10.72                 | 34030.34   |

Dari hasil data tersebut, diperoleh bahwa Semakin besar Konsentrasi aktivator (HCl), secara umum menunjukkan bahwa, semakin pekat konsentrasi activator maka akan membuat luas permukaan karbon aktif semakin kecil.

Pada Proses adsorpsi Pada pH yang tinggi, maka muatan positif pada antarmuka larutan menjadi turun dan menjadikan permukaan adsorben menjadi penuh dengan muatan negatif, sehingga meningkatkan adsorpsi pada cationic dye (pewarna yang bermuatan positif). Sebaliknya pada pH rendah, muatan positif akan mengalami kenaikan pada antarmuka larutan sehingga menjadikan permukaan adsorben dipenuhi oleh muatan positif sehingga menyebabkan naiknya adsorpsi pewarna anion dan menurunnya adsorpsi zat pewarna kation (Salleh, 2011)(Auta, 2011)(Ozcan, 2007)(Aboul-Fetouh et al., 2010).

Pada eksperimen ini memang tidak dilakukan treatment pH dalam proses adsorpsinya, tetapi dalam proses aktivasi karbon aktif prinsip tersebut dapat digunakan, dimana konsentrasi HCl yang tinggi koheren dengan rendahnya pH dan rendahnya konsentrasi HCl koheren dengan tingginya pH. Pada percobaan ini semakin tinggi konsentrasi HCl maka akan menyebabkan semakin banyak ion H<sup>+</sup> sehingga membuat permukaan adsorben menjadi lebih positif dan dapat menyebabkan semakin kuat tolakan elektrostatik pada permukaan Methylene Blue yang bermuatan positif. Sehingga methylene blue maksimal yang teradsorpsi (Q<sub>m</sub>) semakin kecil. Sehingga data yang didapatkan sesuai dengan teori dimana luas permukaan spesifik menjadi semakin kecil.

Melalui fenomena tersebut dapat disimpulkan bahwa konsentrasi aktivator dapat berpengaruh pada adsorpsi methylene blue. Karena dengan semakin tingginya pH (konsentrasi aktivator yang rendah) akan tersedia lebih banyak sisi aktif (high surface area) sedangkan pada pH rendah (konsentrasi aktivator yang tinggi) akan menyebabkan menurunnya sisi aktif.

Pada konsentrasi HCl 1 M, diperoleh luas permukaan maksimum adsorbent, sehingga pada konsentrasi tersebut diperoleh sisi aktif maksimum yang dapat digunakan untuk mengadsorb methylene blue dalam larutan sampel.

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal di bawah ini:

- 1) Proses adsorpsi mengikuti persamaan Langmuir, sehingga adsorpsi terjadi pada permukaan homogeny monolayer.
- 2) Dalam Konsentrasi Aktivator yang sama, Kapasitas Adsorpsi semakin besar dengan semakin besarnya Konsentrasi awal adsorbat.
- 3) Semakin besar Konsentrasi aktivator (HCl), secara umum semakin kecil luas permukaan spesifik adsorben. hal tersebut disebabkan semakin tinggi konsentrasi HCl, semakin besar tolakan permukaan Methylene Blue sehingga semakin kecil luas permukaan spesifik adsorben.
- 4) Pada konsentrasi HCl 1 M, diperoleh konsentrasi HCl maksimum yang dapat digunakan sebagai aktivator untuk memperoleh Luas permukaan adsorbent maksimum untuk mengadsorb methylene blue.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1]. Acharya J, Sahu JN, Mohanty CR, Meikap BC (2009) Removal of lead (II) from wastewater by activated carbon developed from Tamarind

wood by zinc chloride activation. *Chemical Engineering Journal* 149: 249-262.

- [2]. Adnan Ozcan, Cigdem Omeroglu, Yunus Erdogan, A Safa Ozcan. (2007) Modification of bentonite with a cationic surfactant: An adsorption study of textile dye Reactive Blue 19. *Journal of Hazardous Materials*, 140:173-179.
- [3]. Ardizzone, S., G. Gabrielli, and P. Lazzari. (1993). Adsorption of methylene blue at solid/liquid and water/air interfaces. *Colloids Surfaces* 76:149-157.
- [4]. Aroua MK, Leong SP, Teo LY, Yin CY, Daud WM (2008) Real-time determination of kinetics of adsorption of lead(II) onto palm shell-based activated carbon using ion selective electrode. *Bioresour Technol* 99: 5786-5792.
- [5]. Auta M, Hameed BH. Preparation of waste tea activated carbon using potassium acetate as an activating agent for adsorption of Acid Blue 25 dye. *Chemical Engineering Journal* 2011, 171:502-509.
- [6]. Boudrahem F, Aissani-Benissad F, Ait-Amar H (2009) Batch sorption dynamics and equilibrium for the removal of lead ions from aqueous phase using activated carbon developed from coffee residue activated with zinc chloride. *Journal of environmental management* 90: 3031-3039
- [7]. Chongrak K; Eric H; Noureddine A; and Jean P. (1998). Application of Methylene Blue Adsorption to Fiber Specific Surface Area Measurement. *J. Cotton Sci.* 2:164-173
- [8]. Darmodo, Stator dan Seagar. (1994). Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- [9]. Dwivedi CP, Sahu JN, Mohanty CR, Mohan BR, Meikap BC (2008) Column performance of granular activated carbon packed bed for Pb(II) removal. *J Hazard Mater* 156: 596-603.
- [10]. Effendi, Hefni. (2003). Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta : Kanisius.
- [11]. E. Sanmuga Priya , P. Senthamil Selvan (2014) Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) – An efficient and economic adsorbent for textile effluent treatment – A review. *Arabian Journal of Chemistry*
- [12]. El-Wakil AM, Abou El-Maaty WM and Awad FS (2014) Removal of Lead from Aqueous Solution on Activated Carbon and Modified Activated Carbon Prepared from Dried Water Hyacinth Plant. *J Anal Bioanal Tech* 2014, 5:2
- [13]. Freundlich HMF. (1906) Über die adsorption in lösungen, *Zeitschrift für Physikalische Chemie (Leipzig)*;57A:385-470.
- [14]. Graham, D. (1955). Characterization of physical adsorption systems. III. The separate effects of pore size and surface acidity upon

- the adsorbent capacities of activated carbons. *Phys. Chem.* 59:896–900
- [15]. Hardjono, Sastrohamdjojo. (1991). *Spektroskopi*. Yogyakarta : Liberty.
- [16]. Ho YS, Huang CT, Huang HW. (2002) Equilibrium sorption isotherm for metal ions on tree fern, *Process Biochem.*;37:1421-1430.
- [17]. Itodo A.U, Abdulrahman F.W, Hassan L.G, Maigandi S.A.4, Itodo H.U. (2010). Application of Methylene Blue and Iodine Adsorption in the Measurement of Specific Surface Area by four Acid and Salt Treated Activated Carbons. *New York Science Journal* ; 3 (5)
- [18]. Langmuir I. (1918) The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum, *Journal of American Chemical Society*;40:1361-1403.
- [19]. P. Tarapitakcheevin, P. Weerayutsil, and K. Khuanmar (2013) Adsorption of Acid Dye on Activated Carbon Prepared from Water Hyacinth by Sodium Chloride Activation. *GMSARN International Journal* 7, 83 – 90
- [20]. R. Chen, Y. Zhang, L. Shen, X. Wang, J. Chen, A. Mad, W. Jiang. (2015). *Chem. Eng. J.* 268-348.
- [21]. Salleh MAM, Mahmoud DK, Karim WAWA, Idris A. Cationic and anionic dye adsorption by agricultural solid wastes: A comprehensive review. *Desalination* 2011, 280:1-13.
- [22]. Shofiyani, A & Gusrizal. (2006). Pengaruh pH dan Penentuan Kapasitas Adsorpsi Logam Berat Pada Biomassa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Tanjung Pura, Pontianak.
- [23]. Sugito, Heri, Wahyu SB, K. Sofjan Firdausi, Siti Mahmudah. (2005). Pengukuran Panjang Gelombang Sumber Cahaya Berdasarkan Pola Interferensi Celah Banyak.
- [24]. T.A. Kurniawan, G.Y.S. Chan, W.H. Lo, S.Babel,. (2006). *Chem. Eng. J.* 118 83
- [25]. Tjitrosoepomo G. (1996). *Taksonomi Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Cet.Kelima. Yogyakarta
- [26]. Wilbraham, A. (1992). *Kimia Organik dan Hayati*. Penerbit ITB. Bandung.