

PENENTUAN MODEL KESETIMBANGAN ADSORPSI ION Pb(II) MENGUNAKAN *REGENERATED SPENT BLEACHING EARTH* (RSBE)

Dani Sasmitra¹⁾, Yusnimar²⁾, Ahmad Fadli²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia
Laboratorium Teknologi Bahan Alam dan Mineral

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru, 28293

Email: dani.sasmitra@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Spent bleaching earth (SBE) is a waste produced by the bleaching unit in the palm oil refinery industry. One of the efforts to tackle SBE waste is regenerated into regenerated spent bleaching earth (RSBE) which can be used as an adsorber of heavy metals in water waste such as Pb(II) from industry. This study aims to determine the characteristics of the SBE and RSBE, the adsorption equilibrium time, the adsorption capacity of the RSBE with variations in the concentration of Pb(II) ion and the adsorption temperature and determine the appropriate adsorption isotherm model. In this study, SBE was regenerated by extracting oil by soxletation at 72°C for 5 hours with n-hexane solvent, followed by washing with 3% HCl and then physically activated at 470°C for 12 hours. A total of 1 gram of RSBE was mixed with Pb(II) solution with a volume of 100 ml at various concentrations (20, 30 and 40 ppm) and adsorption temperatures (40, 50 and 60°C). The results showed that the absorption of Pb(II) ion by RSBE reaches equilibrium after 150 minutes contact time and the adsorption that occurs follows the Langmuir isotherm adsorption model with a correlation coefficient (R^2) value of 0,9935 and a maximum absorbing capacity value of 4,29 mg Pb(II)/g RSBE that occurs at variations in the concentration of 40 ppm and a temperature of 60°C.

Keywords: adsorption, adsorption isotherm, Pb(II) ion, RSBE, SBE.

1. Pendahuluan

Pencemaran lingkungan oleh logam berat menjadi masalah yang cukup serius seiring dengan penggunaan logam berat dalam bidang industri yang semakin meningkat, seperti industri baja, industri cat dan industri kertas (Hellawell, 1986). Logam berat banyak digunakan karena sifatnya yang dapat menghantarkan listrik dan panas serta dapat membentuk logam paduan dengan logam lain (Callister, 2004). Pada limbah industri terdapat berbagai logam berat seperti Cr, Zn, Pb, Cd, Fe dan sebagainya. Seperti halnya sumber-sumber polusi lingkungan lainnya, logam berat tersebut dapat ditransfer dalam jangkauan yang sangat jauh di lingkungan. Tidak seperti polutan organik yang pada beberapa kasus pencemaran dapat didegradasi, logam berat yang dibuang ke lingkungan

cenderung tidak terdegradasi, tersirkulasi dan biasanya terakumulasi melalui rantai makanan yang merupakan ancaman bagi hewan dan manusia (Chen dan Resurreccion, 1996).

Logam Pb merupakan salah satu logam berat non-esensial yang tidak mempunyai fungsi sama sekali dalam tubuh, namun logam ini sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan pada manusia. Berdasarkan keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 tentang Pengendalian Pencemaran Air bahwa ambang batas baku mutu dari ion Pb(II) adalah 0,008 mg/l. Menurut (Putri dkk., 2014), Sungai Siak sudah mengalami pencemaran akibat logam berat. Hal ini dibuktikan dengan kandungan ion Fe, Zn, Cu dan Pb telah melebihi baku mutu yang

ditetapkan oleh KLH (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (KLH) No. 51 tahun 2004 tentang Pengendalian Pencemaran Air). Untuk ion Pb(II), baku mutu yang ditetapkan adalah lebih kecil dari 0,008 mg/l, sedangkan ion Pb(II) di Sungai Siak mencapai 0,089 mg/l (Putri dkk., 2014).

Oleh karena itu perlu dilakukan langkah khusus untuk mengatasi masalah pencemaran logam berat pada lingkungan. Metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan metode adsorpsi, reverse osmosis, teknik elektrolisis, ultrafiltrasi resin dan pertukaran ion (Astuti, 2013). Metode adsorpsi merupakan metode yang lebih unggul dibandingkan dengan metode lainnya karena investasinya yang rendah dan tidak ada efek samping zat beracun yang dihasilkan (Nugroho dkk., 2009).

Adsorpsi adalah peristiwa penjerapan dipermukaan oleh suatu adsorben atau daya jerap dari zat penjerap yang terjadi pada permukaan. Keuntungan dari proses adsorpsi adalah kesederhanaan teknologi yang terlibat dan biaya operasional yang rendah. Dalam proses adsorpsi, adsorben berperan penting dalam prosesnya. Adsorben yang harus dipilih adalah adsorben yang memiliki luas permukaan dan volume pori yang besar (Diantariani dkk., 2008).

Dalam penelitian ini adsorben yang digunakan adalah *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang diregenerasi. SBE merupakan adsorben bekas pakai dari unit *bleaching* pada industri *refinery* CPO. Pada industri ini, SBE merupakan limbah terbesar dengan jumlah berkisar 0,5-2,0% dari massa total CPO yang diolah (Young, 1987). Produksi CPO tiap tahun terus mengalami peningkatan, sehingga timbunan limbah ini akan terus bertambah. Padahal berdasarkan PP No. 85 tahun 1999, SBE dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (limbah B3), karena SBE jenuh dengan minyak (Wambu dkk., 2009). Tetapi limbah ini juga merupakan bahan berpotensi, karena selain minyak yang terkandung didalamnya dapat dipisahkan,

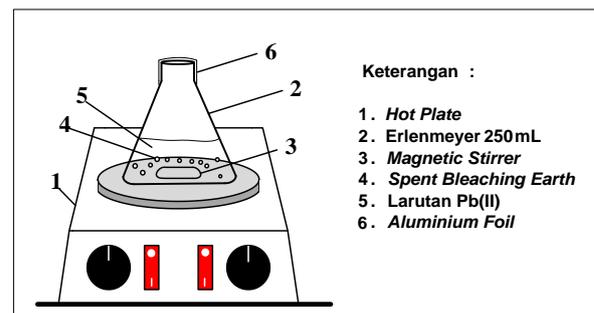
dan sisa SBE dapat diregenerasi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben (Young, 1987; Tsai dkk., 2002; Kheang dkk., 2006 dan Wambu dkk., 2009). Berdasarkan hal ini, proses *recovery* minyak dan regenerasi pada SBE sangat perlu dilakukan, karena hal ini dapat meminimalisasi jumlah limbah SBE di industri minyak goreng.

Pada penelitian ini, minyak yang terdapat didalam SBE dipisahkan terlebih dahulu dengan cara sokletasi menggunakan pelarut heksana, sedangkan sisa SBE diregenerasi dan hasil SBE yang telah diregenerasi (RSBE) digunakan untuk menyerap ion Pb(II). Dengan melakukan penelitian ini diharapkan SBE dapat dijadikan bahan yang bernilai ekonomis dan dimanfaatkan untuk mengurangi masalah logam Pb(II) dan peran serta industri untuk meningkatkan perlindungan dan pelestarian fungsi lingkungan hidup.

2. Metode Penelitian

2.1 Alat yang Digunakan

Alat-alat yang akan digunakan yaitu pengayak 100 *mesh*, satu unit alat soklet, *mechanical stirrer*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, termometer, labu ukur, *furnace*, timbangan analitik, gelas ukur, erlenmeyer, satu unit alat vakum dan gelas piala.



Gambar 2.1 Peralatan Proses Adsorpsi

2.2 Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah SBE yang berasal dari PT. Wilmar Nabati Indonesia, ayakan 100 *mesh*, heksana, HCl 3%, *aquadest* dan larutan Pb(NO₃)₂.

2.3 Variabel Penelitian

Variabel tetap pada penelitian ini adalah massa SBE untuk adsorpsi adalah 1 gram dan volume larutan Pb(II) yang digunakan sebanyak 100 mL. Variabel tidak tetap pada penelitian ini adalah konsentrasi larutan Pb(II) yaitu 20, 30, 40 ppm dan suhu adsorpsi yaitu 40, 50, 60°C.

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Persiapan SBE

Material SBE pada penelitian ini diperoleh dari lokasi penimbunan SBE PT. Wilmar Nabati Indonesia di Pelintung Dumai. Kemudian SBE *discreening* agar diperoleh ukuran partikel 100 *mesh*.

2.4.2 Ekstraksi Minyak

Ekstraksi minyak dilakukan dengan menggunakan metode sokletasi. Pertama, timbel dibuat dengan ukuran yang disesuaikan terhadap besarnya tabung soklet kemudian timbel diisi dengan SBE sebanyak 50 g. Timbel yang berisi SBE dimasukan ke dalam tabung soklet dan pelarut heksana dimasukan dari mulut tabung soklet sampai terisi 500 ml. Setelah itu dilakukan proses sokletasi selama 5 jam dengan suhu 72°C.

2.4.3 Pencucian dengan Asam

Larutan HCl 3% dikontakkan dengan SBE di dalam gelas kimia dengan rasio SBE/HCl 1:5 (m/v) selama 60 menit sambil diaduk menggunakan *mechanical stirrer* dengan kecepatan 250 rpm. SBE lalu dipisahkan dari asam dengan penyaringan.

2.4.4 Aktivasi dengan Pemanasan

SBE yang telah dicuci kemudian diaktivasi dengan menggunakan *furnace* pada suhu 470°C selama 12 jam. Kemudian hasil regenerasi ini (RSBE) siap dianalisa dengan menggunakan BET (*Brunauer-Emmett-Teller Analysis*).

2.4.5 Penentuan Waktu Kesetimbangan

Proses adsorpsi ion Pb(II) pada RSBE dilakukan secara *batch*. Untuk penentuan waktu kesetimbangan, larutan Pb(II)

dengan 20 ppm dengan volume 100 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, kemudian ditambahkan RSBE sebanyak 1 g. Campuran ini diaduk menggunakan *hotplate* yang dilengkapi dengan *magnetic stirrer* berkecepatan 300 rpm dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 dan 300 menit pada suhu 40°C. Setelah itu, dipisahkan RSBE dengan cairan Pb(II). Konsentrasi ion Pb(II) pada cairan tersebut ditentukan dengan bantuan AAS. Berdasarkan kurva standar Pb(II), dihitung konsentrasi ion Pb(II) sisa. Kemudian dihitung daya jerapnya dan dibuat kurva waktu adsorpsi vs daya jerap. Berdasarkan kurva tersebut dapat diketahui waktu kesetimbangan ion Pb(II) pada RSBE.

2.4.6 Penentuan Daya Jerap

Proses adsorpsi ion Pb(II) pada RSBE dilakukan secara *batch*. Larutan ion Pb(II) dengan variasi konsentrasi 20, 30 dan 40 ppm sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, kemudian ditambahkan jumlah massa RSBE sebanyak 1 g. Campuran diaduk dengan kecepatan 300 rpm dengan variasi suhu 40, 50 dan 60°C pada waktu kesetimbangan yang telah diketahui pada percobaan 2.4.5. Setelah itu, dipisahkan padatan (RSBE) dengan cairan Pb(II). Konsentrasi ion Pb(II) setelah proses adsorpsi ditentukan dengan AAS. Kemudian dihitung daya jerapnya menggunakan persamaan berikut:

$$Q_e = \frac{C_0 - C_e}{m} v$$

Dimana:

Q_e = Jumlah adsorbat terjerap (mg Pb(II)/g RSBE)

C_0 = Konsentrasi awal Pb(II) (ppm)

C_e = Konsentrasi Pb(II) kesetimbangan (ppm)

m = Massa adsorben (g)

v = Volume larutan (L)

2.4.7 Penentuan Model Isoterm Adsorpsi

Untuk penentuan model isoterm adsorpsi, data yang diperoleh dari percobaan 2.4.6 dilakukan uji isoterm

adsorpsi ion Pb(II) dengan RSBE. Pengujian pola isoterm adsorpsi Freundlich dilakukan dengan pembuatan kurva $\log Q_e$ terhadap $\log C_e$. Pengujian pola isoterm Langmuir dilakukan dengan pembuatan kurva $1/Q_e$ terhadap $1/C_e$. Pengujian pola isoterm BET dilakukan dengan pembuatan kurva $\frac{C_e}{Q_e(1-\frac{C_e}{C_0})}$ terhadap C_e/C_0 . Pengujian pola isoterm Sigmoidal Chapman dengan pembuatan kurva $\log Q_e$ terhadap $\log \exp C_e$. Pengujian dengan model Termodinamika dengan pembuatan kurva $\ln K$ terhadap $1/T$.

Pola adsorpsi ditentukan dengan cara membandingkan tingkat kelinieran kurva yang ditunjukkan oleh harga R^2 . Harga R^2 yang dapat diterima adalah $\geq 0,95$ atau $\geq 95\%$ (Suardana, 2008).

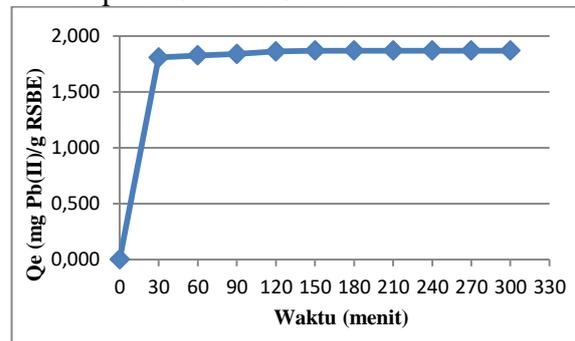
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Penentuan Waktu Kesetimbangan

Penentuan waktu kesetimbangan bertujuan untuk mengetahui penyerapan ion Pb(II) oleh RSBE sudah stabil atau konstan. Percobaan ini bertujuan untuk mendapatkan waktu kesetimbangan penyerapan ion Pb(II) oleh RSBE. Percobaan dilakukan dengan mengontakkan larutan ion Pb(II) 20 ppm dengan adsorben RSBE menggunakan *hotplate* yang dilengkapi dengan *magnetic stirrer* berkecepatan 300 rpm dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 dan 300 menit pada suhu 40°C. Waktu kesetimbangan diperoleh jika tidak ada lagi perubahan konsentrasi adsorbat pada sampel.

Waktu kesetimbangan adsorpsi merupakan waktu tidak terjadi lagi penyerapan ion Pb(II) oleh RSBE atau daya jerap RSBE sudah konstan. Hal ini ditunjukkan dari tidak terjadinya lagi perubahan konsentrasi dalam larutan terhadap pertambahan waktu pengontakan. Penentuan waktu kesetimbangan merupakan langkah awal pada percobaan kesetimbangan adsorpsi karena semua data kesetimbangan diambil pada waktu tercapainya kesetimbangan.

Kurva hasil penentuan waktu kesetimbangan ion Pb(II) oleh RSBE dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1 Kurva Waktu Kesetimbangan

Pada Gambar 3.1 dapat dilihat pada waktu adsorpsi 0-30 menit terjadi kenaikan penyerapan ion Pb(II) oleh RSBE yang lebih besar dibandingkan pada waktu adsorpsi selanjutnya. Hal ini disebabkan pada awal adsorpsi (0-30 menit), terjadi penyerapan ion Pb(II) oleh RSBE yang cepat karena masih kosongnya pori-pori RSBE yang digunakan untuk menyerap ion Pb(II) (Sari, 2009). Pada waktu berikutnya (60-120 menit) terjadi peningkatan penyerapan ion Pb(II) oleh RSBE akan tetapi tidak begitu besar dibandingkan pada waktu 30 menit. Hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi ion Pb(II) mendekati waktu kesetimbangan. Peningkatan efisiensi ini terjadi sampai waktu 150 menit, setelah itu tidak ada lagi perubahan efisiensi yang signifikan dari proses adsorpsi, jadi dapat disimpulkan bahwa pada waktu adsorpsi 150 menit keadaan kesetimbangan adsorpsi ion Pb(II) oleh RSBE telah tercapai.

Jumlah zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben merupakan proses kesetimbangan, karena terjadinya peristiwa adsorpsi disertai dengan terjadinya desorpsi. Desorpsi adalah proses berkurangnya kandungan adsorbat pada adsorben. Pada waktu tertentu peristiwa adsorpsi cenderung berlangsung lambat dan sebaliknya laju desorpsi cenderung meningkat. Waktu ketika laju adsorpsi sama dengan laju desorpsi disebut dalam keadaan setimbang (Khasanah, 2009).

3.2 Pengaruh Variasi Konsentrasi Ion Pb(II) dan Suhu Adsorpsi terhadap Efisiensi Penyerapan

Hasil proses adsorpsi ion Pb(II) yang dilakukan pada konsentrasi larutan Ion Pb(II) 20; 30; dan 40 ppm dan suhu adsorpsi 40; 50; dan 60°C pada kondisi setimbang dianalisa menggunakan AAS yang ditampilkan pada Tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Hasil Penentuan Adsorpsi Ion Pb(II) oleh RSBE pada Variasi Konsentrasi dan Suhu Adsorpsi dalam Kondisi Setimbang

| Co (ppm) | Ce (ppm) | | | Qe (mg Pb(II)/g RSBE) | | | Persen Penyerapan (%) | | |
|----------|----------|------|------|-----------------------|------|------|-----------------------|-------|-------|
| | 40°C | 50°C | 60°C | 40°C | 50°C | 60°C | 40°C | 50°C | 60°C |
| 20 | 1,31 | 1,23 | 1,12 | 1,86 | 1,87 | 1,88 | 93,41 | 93,82 | 94,35 |
| 30 | 1,73 | 1,53 | 1,39 | 2,82 | 2,84 | 2,86 | 94,22 | 94,89 | 95,33 |
| 40 | 2,19 | 2,01 | 1,82 | 3,78 | 3,79 | 3,81 | 94,51 | 94,95 | 95,43 |

Keterangan: Co, Konsentrasi awal larutan (mg/L); Ce, Konsentrasi larutan pada kesetimbangan (mg/L); Qe, Jumlah adsorbat terjerap per massa padatan pada waktu kesetimbangan (mg/g).

3.2.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi Ion Pb(II) terhadap Efisiensi Penyerapan

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi proses penyerapan ion Pb(II) menggunakan adsorben RSBE adalah konsentrasi adsorbat. Pengaruh konsentrasi adsorbat pada penelitian ini ditentukan dengan berbagai variasi yaitu 20; 30; dan 40 ppm. Pada suhu 60°C konsentrasi awal 40 ppm, konsentrasi ion Pb(II) setelah adsorpsi sebesar 1,82 ppm, dengan ion Pb(II) yang terjerap per massa RSBE sebesar 3,81 mg Pb(II)/g RSBE dengan persen penyerapan sebesar 95,43%, ini merupakan nilai yang terbesar dibandingkan dengan variasi konsentrasi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat keadaan setimbang, semakin besar konsentrasi ion Pb(II) pada proses adsorpsi, maka ion Pb(II) yang terjerap per massa RSBE juga semakin besar. Ini terjadi karena pada konsentrasi tinggi, tumbukan antara adsorben dan adsorbat meningkat, sehingga jumlah adsorbat yang terjerap semakin banyak. Hal ini juga menyebabkan meningkatnya efisiensi penyerapan ion Pb(II) oleh RSBE. Seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh Aini dan Supratikno

(2018) yang menyebutkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ion logam, maka akan semakin banyak ion logam yang teradsorpsi, karena dengan semakin tinggi konsentrasi ion logam maka akan semakin banyak ion yang berinteraksi dengan rongga-rongga adsorben sehingga ion-ion tersebut akan lebih banyak terserap oleh adsorben pada kesetimbangan tertentu dan menyebabkan tingkat adsorpsinya semakin besar.

3.2.2 Pengaruh Variasi Suhu terhadap Efisiensi Penyerapan

Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses penyerapan ion Pb(II) menggunakan adsorben RSBE. Pengaruh suhu pada penelitian ini ditentukan dengan berbagai variasi yaitu 40; 50; dan 60°C. Pada suhu 60°C konsentrasi awal 40 ppm, konsentrasi ion Pb(II) setelah adsorpsi sebesar 1,82 ppm, dengan ion Pb(II) yang terjerap per massa RSBE sebesar 3,81 mg Pb(II)/g RSBE dengan persen penyerapan sebesar 95,43%, ini merupakan nilai yang terbesar dibandingkan dengan variasi suhu lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat keadaan setimbang, semakin besar suhu

pada proses adsorpsi, maka ion Pb(II) yang terjerap per massa RSBE juga semakin besar. Hal ini menunjukkan suhu adsorpsi berpengaruh terhadap konsentrasi ion Pb(II) setelah adsorpsi. Ini dikarenakan pada suhu yang semakin tinggi, energi kinetik molekul untuk terjadinya tumbukan akan semakin besar, sehingga kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi ion Pb(II) juga akan meningkat, maka efisiensi penyerapan ion Pb(II) oleh RSBE juga semakin meningkat. Seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh Rahayu dan Purnavita (2014) yang menyebutkan bahwa pada suhu adsorpsi yang semakin tinggi, energi kinetik molekul untuk terjadinya tumbukan akan semakin besar, sehingga kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi juga akan semakin meningkat.

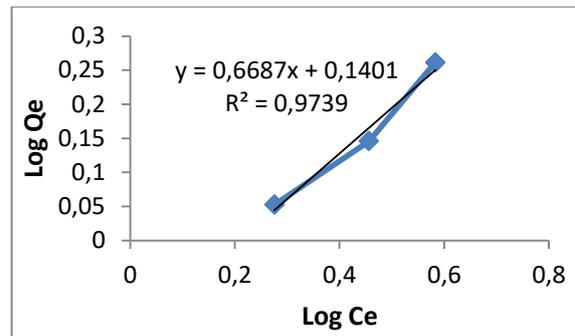
3.3 Model Kesetimbangan Isoterm Adsorpsi Ion Pb(II) oleh RSBE

Untuk lebih memastikan mekanisme adsorpsi yang terjadi, dilakukan pengujian model kesetimbangan adsorpsi. Pengujian model kesetimbangan ini bertujuan untuk menentukan model kesetimbangan yang dipakai pada adsorpsi Ion Pb(II) dengan adsorben RSBE. Pengujian model dilakukan dengan metode regresi linier untuk variasi suhu dan konsentrasi. Model kesetimbangan yang ditinjau adalah model kesetimbangan Freundlich, Langmuir, BET dan model kesetimbangan Sigmoidal Chapman. Penentuan model isoterm adsorpsi ion Pb(II) pada RSBE ditentukan dengan metode regresi linier dan dari persamaan regresi akan diperoleh nilai R^2 .

Hasil kesetimbangan isoterm adsorpsi Freundlich dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan Gambar 3.3.

Tabel 3.3 Model Isoterm Freundlich

| Co | Ce | Qe | Log Qe | Log Ce |
|----|------|------|--------|--------|
| 20 | 1,12 | 1,88 | 0,27 | 0,05 |
| 30 | 1,39 | 2,84 | 0,45 | 0,14 |
| 40 | 1,82 | 3,81 | 0,58 | 0,26 |

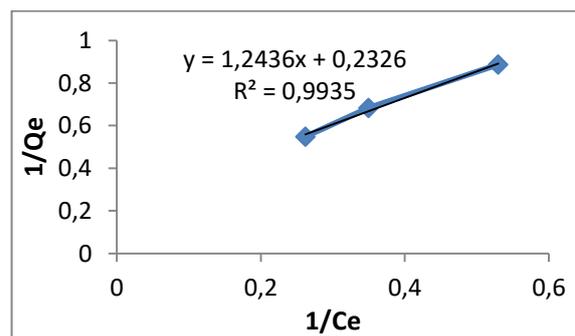


Gambar 3.3 Kurva Kesetimbangan Model Freundlich

Hasil kesetimbangan isoterm adsorpsi Langmuir dapat dilihat pada Tabel 3.4 dan Gambar 3.4.

Tabel 3.4 Model Isoterm Langmuir

| Co | Ce | Qe | 1/Qe | 1/Ce |
|----|------|------|------|------|
| 20 | 1,12 | 1,88 | 0,52 | 0,88 |
| 30 | 1,39 | 2,84 | 0,34 | 0,68 |
| 40 | 1,82 | 3,81 | 0,26 | 0,54 |

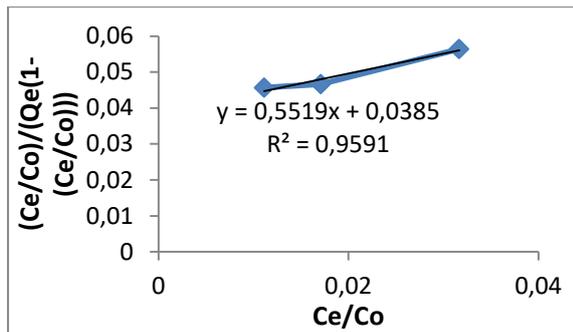


Gambar 3.4 Kurva Kesetimbangan Model Langmuir

Hasil kesetimbangan isoterm adsorpsi BET dapat dilihat pada Tabel 3.5 dan Gambar 3.5.

Tabel 3.5 Model Isoterm BET

| Co | Ce | Qe | $(Ce/Co)/(Qe(1-(Ce/Co)))$ | Ce/Co |
|----|------|------|---------------------------|-------|
| 20 | 1,12 | 1,88 | 0,03 | 0,05 |
| 30 | 1,39 | 2,84 | 0,01 | 0,04 |
| 40 | 1,82 | 3,81 | 0,01 | 0,04 |

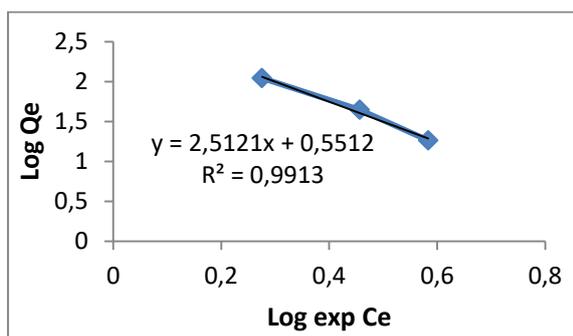


Gambar 3.5 Kurva Kesetimbangan Model BET

Hasil kesetimbangan isoterm adsorpsi Chapman dapat dilihat pada Tabel 3.6 dan Gambar 3.6.

Tabel 3.6 Model Isoterm Chapman

| Co | Ce | Qe | Log Qe | Log exp Ce |
|----|------|------|--------|------------|
| 20 | 1,12 | 1,88 | 0,27 | 2,04 |
| 30 | 1,39 | 2,84 | 0,45 | 1,50 |
| 40 | 1,82 | 3,81 | 0,58 | 1,26 |



Gambar 3.6 Kurva Kesetimbangan Model Chapman

Hasil olah data percobaan pada berbagai model kesetimbangan disajikan pada Tabel 3.7 dibawah ini:

Tabel 3.7 Parameter Model Kesetimbangan Adsorpsi

| Model Kesetimbangan | Konstanta | |
|---------------------|----------------|--------|
| | Item | Nilai |
| Freundlich | K | 1,38 |
| | n | 1,49 |
| | R ² | 0,9739 |
| Langmuir | Q ₀ | 4,29 |
| | K | 0,18 |
| | R ² | 0,9935 |
| BET | Q ₀ | 1,69 |
| | K | 15,33 |
| | R ² | 0,9591 |
| Chapman | α | 3,55 |
| | γ | 2,51 |
| | β | 28,58 |
| | R ² | 0,9913 |

Keterangan:

K = Kesetimbangan Adsorpsi

n = Faktor Heterogenitas

R² = Koefisien Relasi

Q₀ = Kapasitas Jerap Maksimum (mg/g)

α = Kapasitas Jerap Maksimum (mg/g)

γ = Tetapan Kesetimbangan

β = Tetapan Kesetimbangan

Hasil rangkuman data dari berbagai model kesetimbangan pada tabel Tabel 3.7, model kesetimbangan adsorpsi Langmuir memiliki nilai koefisien relasi (*R²*) yang terbesar dibandingkan dengan yang lainnya yaitu 0,9935, begitu juga dengan nilai jerap maksimum ion Pb(II) oleh RSBE, dimana model kesetimbangan Langmuir juga merupakan nilai penyerapan yang terbesar yaitu 4,29 (mg Pb(II)/g RSBE). Kedua hal ini merupakan pertimbangan untuk menentukan model mana yang paling cocok untuk proses kesetimbangan adsorpsi ion Pb(II) oleh RSBE. Hal ini menjelaskan bahwa proses terjadi pada permukaan yang homogen, proses adsorpsi yang terjadi pada penelitian ini adalah berbentuk monolayer dan jenisnya adalah adsorpsi kimia.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Waktu kesetimbangan adsorpsi ion Pb(II) oleh RSBE tercapai pada waktu adsorpsi 150 menit.

2. Ion Pb(II) yang terjerap paling maksimal oleh RSBE adalah 4,29 (mg Pb(II)/g RSBE) pada konsentrasi 40 ppm dan suhu 60°C.
3. Mekanisme adsorpsi ion Pb(II) oleh RSBE sesuai dengan model isoterm Langmuir, yaitu adsorpsi kimia.

4.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian dengan memvariasikan proses regenerasi dari SBE agar didapat hasil RSBE yang lebih optimum.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang penentuan daya jerap RSBE dengan kondisi operasi yang berbeda agar didapatkan daya jerap RSBE yang lebih optimum.

Daftar Pustaka

- Aini, S. dan Supratikno, S. 2018. Penerapan Lima Model Kesetimbangan Adsorpsi Isoterm pada Adsorpsi Ion Logam Chrom VI oleh Zeolit. *Eksergi* 15(2): 48-53.
- Astuti, A.D. 2013. Cemar Logam Berat. *Skripsi*. Universitas Hasanudin. Makassar.
- Callister, W.D. 2004. *Fundamental of Materials Science dan Engineering*. John Wiley & Sons Inc. United States of America.
- Chen, A.W. dan A.V.A. Resurreccion. 1996. Age Appropriate Hedonic Scales To Measure Food Preferences of Young Children. *Journal of Sensory Studies* 11: 141-163.
- Hellawell, J.M. 1986. Biological Indicators of Freshwater Pollution dan Environmental Management. *Pollution Monitoring Series*. Elsevier Applied Science Publishers. London.
- Khasanah, E.N. 2009. Adsorpsi Logam Berat. UPT Loka Konservasi Biota Laut-LIPI. Bitung.
- Kheang, L.S., C.S. Foon, C.Y. May, dan M.A. Ngan. 2006. A Study Of Residual Oils Recovered from Spent Bleaching Earth: Their Characteristics dan Applications. *Journal American of Applied Sciences* 3(10): 2063-2067.
- Nugroho, D.W., Kristianti., M.S. Hafidz, dan Ningrum T.F. 2009. Pembuatan Alat Pengering Bioetanol Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap. *Laporan Tugas Akhir*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Putri, Afdal, dan D. Puryanti. 2014. Profil Pencemaran Air Sungai Siak Kota Pekanbaru dari Tinjauan Fisis dan Kimia. *Skripsi*. Universitas Andalas. Padang.
- Rahayu, L.H. dan Purnavita, S. 2018. Pengaruh Suhu Dan Waktu Adsorpsi Terhadap Sifat Kimia-Fisika Minyak Goreng Bekas Hasil Pemurnian Menggunakan Adsorben Ampas Pati Aren Dan Bentonit. *Jurnal Ilmiah Momentum* 10(2): 23-31.
- Sari, E. K. 2009. Memperbaiki Kualitas Air Pengisi Broiler di Pabrik Broiler di Pabrik Gula Sragi dengan Cara Adsorpsi Ion Kesadahan Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Tsai, W.T., H.P. Chen, M.F. Hsieh, H.F. Sun, dan S.F. Chien. 2002. Regeneration of Spent Bleaching Earth by Pyrolysis in a Rotary Furnace. *Journal of Analytical dan Applied Pyrolysis* 63: 157-1790.
- Wambu, E.W., P.M. Shiundu, K.J. Thiongo, dan GK.K. Muthakia. 2009. Kinetics of Copper Desorption from Regenerated Spent Bleaching Earth. *Journal of Scientific Research* 4(4): 317-323.
- Young, F. 1987. Refining dan Fractionation of Palm Oil. *The Society of Chemical Industri Publication* 4: 47-51.