

Penentuan Model Isoterm Adsorpsi Ion Cu(II) Pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa

Khamaluddin Aditya¹⁾, Yusnimar²⁾, Zultiniar²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia
Laboratorium Teknologi Produk, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya JL. HR. Subrantas Km. 12,5 Pekanbaru 28293
adityakhamal@gmail.com

ABSTRACT

Copper metal (Cu^{2+}) pollution gives bad impact for society life. One effort to reduce the content of copper metal by using adsorption process. This research used physical activation method with temperature at $700^{\circ}C$ for 3 hours. This research purpose is to determine the absorptive capacity of the coconut shell activated carbon adsorption and the appropriate adsorption isotherm models. A total of 1 g of coconut shell activated carbon mixed with a solution of $CuSO_4$ with a volume of 100 ml at various concentrations (10, 15, 20, 25 and 30 ppm). Then the solution was analyzed by AAS to determine the concentration of Cu ion remaining. The Results showed that the ion adsorption of Cu (II) by a coconut shell activated carbon reached equilibrium after a contact time of 90 minutes, and adsorption occurred by following the Freundlich adsorption models with correlation coefficient (R^2) was 0.9848 and the maximum value of adsorption was 99,96 % mg Cu (II) / g adsorbent.

Keywords : Activated Carbon, Adsorption, Ion Cu(II), Coconut Shell and Physics Activation

1. Pendahuluan

Salah satu logam berat yang banyak terkandung di limbah industri adalah logam Cu. Di sungai Siak terdapat ion Cu(II) \pm 0.4 ppm (Pandiangan, 2014). Logam ini dibutuhkan sebagai unsur yang berperan dalam pembentukan enzim oksidatif dan pembentukan kompleks Cu-protein yang dibutuhkan untuk pembentukan hemoglobin, kolagen, pembuluh darah. Namun jika kelebihan logam Cu dapat juga menjadi racun bagi manusia. Biasanya Cu bersifat racun dalam bentuk tembaga sulfat. Beberapa gejala keracunan akibat logam Cu adalah sakit perut, mual, muntah, diare dan beberapa kasus yang parah yang dapat menyebabkan gagal ginjal dan kematian (Darmono, 2001).

Karbon aktif merupakan senyawa karbon *amorf*, yang dapat dihasilkan dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu cuma sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya jerap karbon aktif sangat besar, yaitu 25- 100% terhadap beratnya. Oleh karena

hal tersebut, karbon aktif banyak digunakan oleh kalangan industri. Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai bahan Biomassa yang mengandung karbon, misalnya tempurung kelapa, batu bara, kulit kacang, dan gambut (Devnarain dkk., 2010).

Tempurung kelapa belum dimanfaatkan secara maksimal, biasanya hanya digunakan sebagai bahan kerajinan tangan dan dibakar langsung. Padahal arang dari tempurung kelapa merupakan bahan yang mengandung 75-90% karbon. (Rahayu, 2014). Oleh karena itu tempurung kelapa dapat dijadikan karbon aktif atau adsorben. Beberapa penelitian telah melakukan penyisihan ion logam berat seperti: Cu(II), Fe(III), Cd(II) dengan menggunakan adsorben atau karbon aktif (Anindita, 2002).

2. Metode penelitian

Prosedur penelitian dibagi menjadi 6 tahap. Tahap 1: Persiapan Bahan Baku. Tahap 2: Karbonisasi. Tahap 3: Screening. Tahap 4: Penentuan Waktu Kesetimbangan. Tahap 5: Penentuan Daya Jerap dan tahap 6: Penentuan Model Isoterm.

Tahap 1: Persiapan Bahan Baku

Tempurung kelapa dibersihkan dari sisa-sisa sabut kelapa. Kemudian tempurung kelapa dijemur dibawah sinar matahari sampai kering (1 minggu) untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam tempurung kelapa.

Tahap 2: Karbonisasi

Tempurung kelapa yang telah dikeringkan dikarbonisasi dengan cara dimasukkan kedalam drum karbonisasi, dan dinyalakan api didalam drum tersebut kemudian ditutup dan dijaga agar tidak ada udara yang masuk selama proses pembakaran agar tempurung kelapa tidak terbakar menjadi abu.

Tahap 3: Screening

Arang / karbon yang didapat dari proses karbonasi diayak dengan ukuran 100 mesh.

Tahap 4: Penentuan Waktu Kesetimbangan
Proses adsorpsi ion Cu(II) pada arang aktif tempurung kelapa dilakukan secara *batch*. Untuk penentuan waktu kesetimbangan, larutan Cu(II) dengan konsentrasi 10, 20 dan 30 ppm dengan volume masing-masing 100 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, kemudian ditambahkan masing-masing arang aktif tempurung kelapa sebanyak 1 gr. Campuran ini diaduk dengan *shaker* berkecepatan 280 rpm dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, 180, dan 210 menit. Setelah itu, dipisahkan arang aktif tempurung kelapa dengan cairan Cu(II) dengan menggunakan *Centrifuge*. Konsentrasi ion Cu(II) pada cairan tersebut ditentukan dengan AAS. Berdasarkan kurva standar Cu(II), dihitung konsentrasi ion Cu(II) sisa. Kemudian dihitung daya jerapnya dan dibuat kurva waktu adsorpsi vs daya jerap.

Tahap 5: Penentuan Daya Jerap

Proses adsorpsi ion Cu(II) pada arang aktif tempurung kelapa dilakukan secara *batch*. Larutan ion Cu(II) dengan variasi konsentrasi 10, 15, 20, 25 dan 30 ppm

sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, kemudian ditambahkan jumlah massa arang aktif tempurung kelapa sebanyak 1 gr. Campuran di *shaker* dengan kecepatan 280 rpm pada waktu kesetimbangan yang telah diketahui pada percobaan tahap 4. Setelah itu, dipisahkan padatan (arang aktif tempurung kelapa) dengan cairan Cu(II). Konsentrasi ion Cu(II) setelah proses adsorpsi ditentukan dengan AAS.

Tahap 6: Penentuan Model Isoterm Adsorpsi

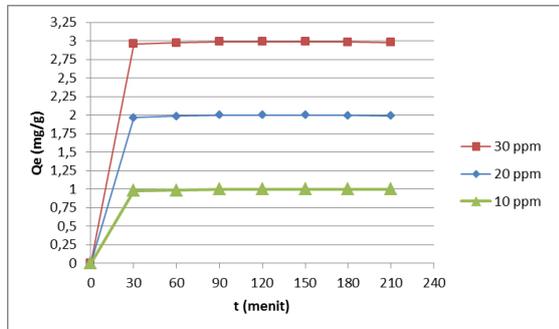
Untuk penentuan model isoterm adsorpsi, data yang diperoleh dari percobaan daya jerap dilakukan uji isoterm adsorpsi ion Cu(II) dengan membuat grafik perbandingan berdasarkan masing-masing model isoterm Freudlich, Langmuir dan BET. Pengujian pola isoterm adsorpsi Freundlich dilakukan dengan pembuatan kurva log Q_e terhadap log C_e , pengujian pola isoterm Langmuir dilakukan dengan pembuatan kurva $1/Q_e$ terhadap $1/C_e$, dan pengujian isoterm BET dilakukan dengan pembuatan kurva $\frac{C_e}{C_0(1-\frac{C_e}{C_0})}$ terhadap C_e/C_0 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 $\geq 95\%$ (Kurniaty, 2008).

3. Hasil dan pembahasan

a. Penentuan Waktu Kesetimbangan

Percobaan ini bertujuan untuk mendapatkan waktu kesetimbangan penyerapan ion Cu(II) oleh karbon aktif tempurung kelapa. Waktu kesetimbangan adsorpsi merupakan waktu dimana daya jerap adsorben terhadap ion Cu(II) tidak berubah atau 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 untuk menentukan model isoterm adsorpsi diambil pada waktu tercapainya kesetimbangan. Kurva hasil penentuan waktu kesetimbangan dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 1. Kurva hasil penentuan waktu kesetimbangan antara adsorben karbon aktif tempurung kelapa dengan ion Cu(II)

Kesetimbangan penyerapan (adsorpsi) ion Cu(II) oleh karbon aktif tempurung kelapa terjadi pada waktu adsorpsi 90 menit. Gambar 1 menampilkan hasil percobaan waktu kesetimbangan, dimana dapat dilihat bahwa waktu kesetimbangan penyerapan (adsorpsi) ion Cu(II) oleh karbon aktif tempurung kelapa terjadi pada waktu adsorpsi 90 menit dimana daya jerap karbon aktif tempurung kelapa terhadap ion Cu(II) setelah waktu 90 sampai 150 menit tidak lagi berubah. Hal ini dapat dilihat bahwa pada waktu adsorpsi 90 menit, jumlah ion Cu(II) yang terjerap karbon aktif tempurung kelapa tidak bertambah karena jumlah ion Cu(II) yang diadsorpsi pada permukaan adsorben karbon aktif tempurung kelapa berada pada keadaan setimbang. Berdasarkan hal ini dapat disimpulkan bahwa pada waktu adsorpsi 90 menit keadaan kesetimbangan adsorpsi ion Cu(II) oleh karbon aktif tempurung kelapa telah tercapai.

b. Proses Adsorpsi ion Cu(II) dengan Adsorben karbon aktif tempurung kelapa

Hasil penentuan konsentrasi Cu(II) sebelum dan setelah adsorpsi oleh karbon aktif tempurung kelapa yang ditentukan pada waktu kesetimbangan dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Penentuan Adsorpsi ion Cu(II) terhadap adsorben karbon aktif tempurung kelapa pada beberapa Konsentrasi ion Cu(II)

Co (ppm)	Ce (ppm)	Qe (mg Cu(II)/g adsorben)
10	0,006	0,9994
15	0,019	1,4981
20	0,079	1,9921
25	0,145	2,4855
30	0,211	2,9789

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa semakin meningkat konsentrasi adsorbat (ion Cu(II)), maka kemampuan daya jerap adsorben semakin meningkat. Hal ini terjadi karena pada konsentrasi tinggi, tumbukan antara adsorben dan adsorbat meningkat, sehingga jumlah adsorbat yang terjerap semakin banyak. Hal ini menunjukkan bahwa adsorben karbon aktif tempurung kelapa merupakan adsorben yang cukup baik dalam menyerap ion Cu(II), pada konsentrasi ion Cu(II) dari 10-30 ppm selisih daya jerap adsorben karbon aktif tempurung kelapa terhadap ion Cu(II) meningkat secara signifikan.

c. Penentuan Model Isoterm Adsorpsi

Penentuan model isoterm adsorpsi ion Cu(II) pada adsorben karbon aktif tempurung kelapa ditentukan dengan metode regresi linier dan dari persamaan regresi akan diperoleh nilai R^2 . Penentuan model isoterm adsorpsi kesetimbangan dilakukan dengan cara mengolah data yang diperoleh menurut ketentuan isoterm

adsorpsi freundlich, langmuir dan BET. Tabel 2 dan Gambar 2 merupakan hasil pengolahan data menurut model freundlich:

Tabel 2. Data Hasil Pengolahan Model Isoterm Freundlich

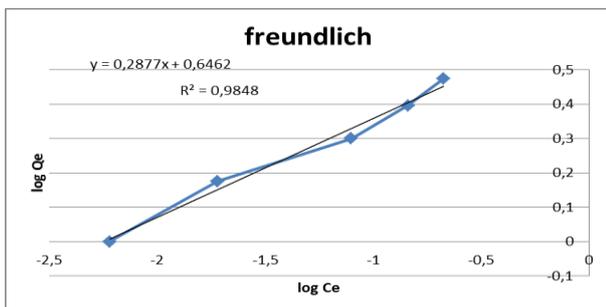
Co	Ce	Qe	Log Qe	Log Ce
10	0,006	0,9994	-0,0003	-2,2218
15	0,019	1,4981	0,17554	-1,7212
20	0,079	1,9921	0,29931	-1,1024
25	0,145	2,4855	0,39541	-0,8386
30	0,211	2,9789	0,47406	-0,6757

Keterangan:

Co = konsentrasi awal ion Cu(II) (ppm)

Ce = konsentrasi sisa ion Cu(II) (ppm)

Qe = daya jerap (mg Cu(II)/g adsorben)

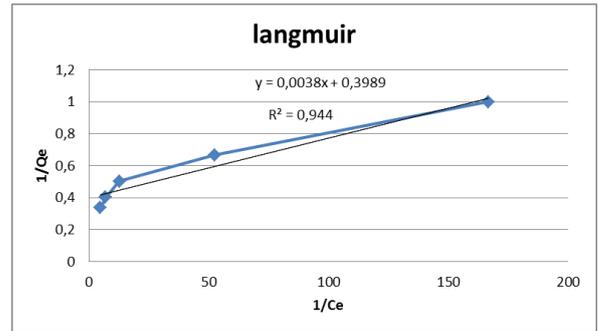


Gambar 2. Kurva Hubungan log Qe terhadap log Ce

Hasil pengolahan data menurut isoterm adsorpsi langmuir dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 3:

Tabel 3 Model Isoterm Langmuir

Co	Ce	Qe	1/Qe	1/Ce
10	0,006	0,9994	1,0006	166,667
15	0,019	1,4981	0,66751	52,6316
20	0,079	1,9921	0,50198	12,6582
25	0,145	2,4855	0,40233	6,89655
30	0,211	2,9789	0,33569	4,73934



Gambar 3 Kurva Hubungan 1/Qe terhadap 1/Ce

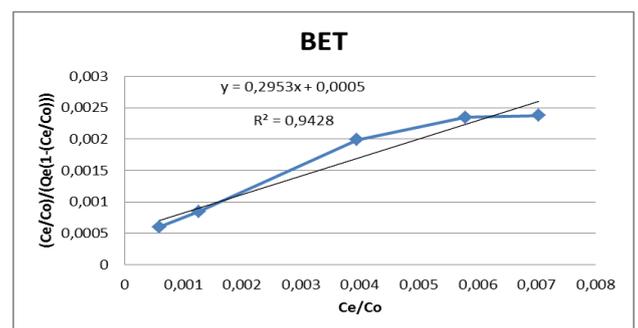
Hasil pengolahan data menurut isoterm adsorpsi BET dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 4:

Tabel 4. Model Isoterm BET

Co	Ce	Qe	A	Ce/Co
10	0,006	0,9994	0,000600721	0,0006
15	0,019	1,4981	0,000846588	0,00127
20	0,079	1,9921	0,001990695	0,00395
25	0,145	2,4855	0,002347148	0,0058
30	0,211	2,9789	0,002377774	0,00703

Keterangan :

$$A = (Ce/Co) / (Qe(1 - (Ce/Co)))$$



Gambar 4. Kurva Hubungan $(Ce/Co)/(Qe(1-(Ce/Co)))$ terhadap Ce/Co

Berdasarkan Gambar 2 sampai Gambar 4 maka dibuatlah sebuah rangkuman yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter Model Kesetimbangan Adsorpsi

Parameter	Freundlich	Langmuir	BET
R^2	0,984	0,944	0,942
Q_0		2,506	3,384
K	4,427	0,399	591
n	3,475		

Keterangan:

R^2 = Koefisien Relasi

Q_0 = Kapasitas jerap maksimum adsorben terhadap adsorbat (mg Cu(II) /gr adsorben)

K = Kesetimbangan Adsorpsi

n = faktor heterogenitas

Pada Tabel 5 dapat dilihat perbandingan nilai koefisien relasi (R^2) dari tiga model isoterm adsorpsi yaitu Isoterm Freundlich, Langmuir dan BET. Dari nilai R^2 tersebut dapat diketahui model persamaan kesetimbangan mana yang dapat mewakili penelitian ini. Nilai R^2 dari model Freudlich lebih mendekati dibanding model Langmuir dan BET. Ini berarti bahwa adsorpsi Cu(II) oleh karbon aktif tempurung kelapa sesuai dengan model isoterm adsorpsi Freudlich. Adsorpsinya bersifat fisika (*Physisorption*) dan terbentuk lapisan *Multilayer*. Hal ini mengindikasikan bahwa penyerapan yang lebih dominan secara fisika, dimana logam Cu menempel dengan gaya Van der Waals di dinding pori karbon aktif.

Sebagai perbandingan, beberapa hasil penelitian adsorpsi yang telah dilakukan peneliti lain memperoleh hasil bahwa kesetimbangan adsorpsi antara Cu(II) dalam karbon aktif dari ampas tebu dengan aktivator KOH sesuai dengan model kesetimbangan Freundlich (Astandana, 2016). Kesetimbangan adsorpsi Cu(II) dengan karbon aktif arang batu bara juga sesuai dengan model kesetimbangan Freundlich (Vitasari, 2009).

4. Kesimpulan

Karbon aktif tempurung kelapa yang diaktifasi secara fisika pada suhu 700 °C merupakan karbon aktif yang baik untuk dipakai sebagai media penjerapan. Hal ini ditandai dengan nilai daya jerap maksimum karbon aktif tempurung kelapa terhadap ion Cu(II) adalah sebesar 99,96%.

Model isoterm adsorpsi yang sesuai untuk penjerapan ion Cu(II) menggunakan karbon aktif dari tempurung kelapa adalah model isoterm Freundlich dengan nilai koefisien relasi (R^2) sebesar 0,984.

Daftar pustaka

- Anindita, A.D. 2002. *Kandungan Logam Berat Cd, Cu, Ni, Pb dan Zn Terlarut Dalam Badan Air dan Sedimen pada Perairan Sekitar Pelabuhan Perikanan Pelabuhan Ratu, Sukabumi*. Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-Institut Pertanian Bogor, Indonesia.
- Astandana, Y. 2016. *Kesetimbangan Logam Cu Menggunakan Karbon Aktif dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben*. Jurnal Fteknik Vol 3. Pekanbaru
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- Devnarain, P.B. Arnold, D.R.. and Davis, S.B. 2002. *Production of Activated Carbon from South African Sugarcane Bagasse*. Proceedings of the 76th Annual Congress of the South African Sugar Technologists' Association, Mount Edgecombe.
- Kurniaty, N. 2008. *Kesetimbangan Adsorpsi Residu Minyak dari Limbah Cair Pabrik Minyak Sawit (Pome) Menggunakan Gambut Aktif*. Skripsi, Teknik Kimia, Fakultas Teknik UR. Pekanbaru
- Pandiangan, R. Sugianto. dan Malik, S. 2014. *Perbandingan Kandungan Logam Berat (Cu, Fe Dan Zn)*

pada Air Sungai Siak Sebelum dan Sesudah Proses Penjernihan. Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru.

Vitasari, D. Lystanto, P.A. Kusmiyati. dan Fuadi, A.M. 2009. *Kinetika dan Termodinamina Adsorpsi Cu(II) dengan Adsorben Karbon Aktif Arang Batu Bara.* Jurnal Tkimia Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.