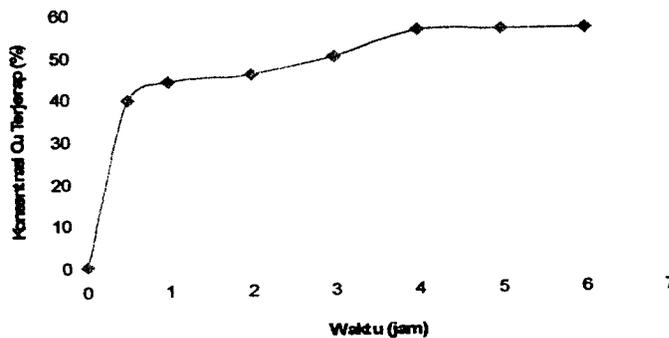


## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Waktu Kesetimbangan Penjerapan Logam Cu Oleh Serbuk Gergaji.

Penentuan waktu kesetimbangan adalah percobaan pendahuluan yang bertujuan untuk mendapatkan waktu kesetimbangan penjerapan  $\text{Cu}^{2+}$  oleh serbuk gergaji. Percobaan dilakukan secara *batch* menggunakan serbuk gergaji yang belum diaktivasi. Waktu kesetimbangan tercapai ketika penambahan waktu adsorpsi tidak lagi meningkatkan konsentrasi logam yang terjerap. Waktu kesetimbangan diperoleh setelah melakukan percobaan dengan pengontakan selama 0.5 jam, 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam. Gambar 5.1. memperlihatkan hubungan antara waktu ( $t$ ) dengan daya jerap ( $Q_e$ ).



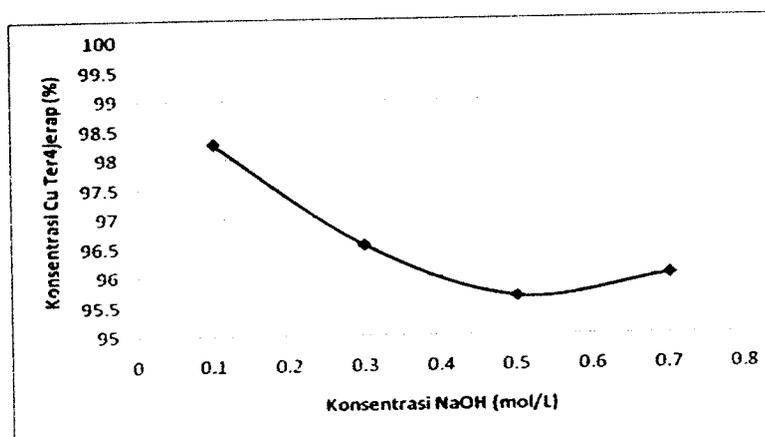
Gambar 5.1 Waktu Kesetimbangan Penjerapan Cu Dengan Serbuk Gergaji

Dari Gambar 5.1 dapat dilihat, waktu kesetimbangan dicapai setelah pengontakan larutan Cu dengan serbuk gergaji selama 4 jam, dimana setelah waktu tersebut, konsentrasi logam Cu yang terjerap tidak lagi terjadi perubahan secara signifikan. Pada awal reaksi, peristiwa adsorpsi lebih dominan dibandingkan dengan peristiwa desorpsi, sehingga adsorpsi berlangsung cepat. Pada waktu tertentu peristiwa adsorpsi cenderung berlangsung lambat, dan sebaliknya laju desorpsi cenderung meningkat. Saat laju adsorpsi sama dengan laju desorpsi sering disebut sebagai keadaan kesetimbangan. Pada keadaan kesetimbangan tidak teramati perubahan secara makroskopis.

## 5.2. Proses Aktivasi

### 5.2.1. Pengaruh Konsentrasi Aktivator

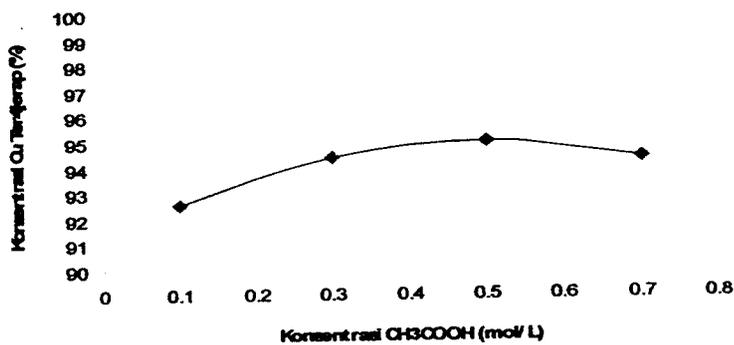
Proses aktivasi merupakan salah satu faktor yang cukup berpengaruh pada proses penyerapan yang terjadi pada serbuk gergaji. Pada penelitian ini digunakan dua jenis aktivator, yaitu asam acetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) suatu asam organik dan basa natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ). Pengaruh konsentrasi  $\text{NaOH}$  dan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  terhadap daya jerap serbuk gergaji pada logam Cu pada proses aktivasi ditampilkan pada Gambar 5.2. dan 5.3. berikut .



Gambar 5.2 Pengaruh Variasi Konsentrasi  $\text{NaOH}$  Pada Proses Aktivasi

(Ukuran Partikel Serbuk Gergaji 40 mesh, Suhu Aktivasi  $30^\circ\text{C}$ )

Penggunaan  $\text{NaOH}$  sebagai aktivator akan membentuk ligan karboksilat yang berfungsi untuk mengikat logam Cu pada proses adsorpsi. Penjerapan logam Cu yang optimum terlihat pada saat serbuk gergaji diaktivasi dengan  $\text{NaOH}$  0,1 mol/L dan mengalami penurunan daya jerap pada variasi konsentrasi  $\text{NaOH}$  0,3 mol/L ; 0,5 mol/L ; dan 0,7 mol/L. Penurunan ini diduga karena dengan semakin besarnya konsentrasi  $\text{NaOH}$  pada saat aktivasi struktur dari serbuk gergaji yang disusun oleh selulosa, hemiselulosa dan lignin rusak sehingga pembentukan ligan karboksilat pada gugus metil ester tidak optimal.

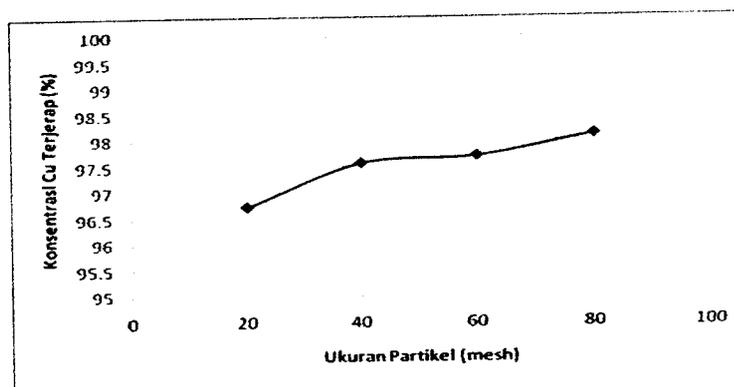


**Gambar 5.3 Pengaruh variasi Konsentrasi CH<sub>3</sub>COOH Pada Proses Aktivasi**  
(Ukuran Partikel Serbuk Gergaji 40 mesh, Suhu Aktivasi 30°C)

Penjerapan logam Cu yang optimum terlihat pada saat serbuk gergaji diaktivasi dengan CH<sub>3</sub>COOH 0,5 mol/L dan mengalami penurunan daya jerap pada variasi konsentrasi CH<sub>3</sub>COOH 0,7 mol/L. Penurunan ini mungkin disebabkan dengan semakin besarnya konsentrasi CH<sub>3</sub>COOH pada saat aktivasi, struktur kimia dari serbuk gergaji rusak.

### 5.2.2. Pengaruh Ukuran Partikel Serbuk Gergaji

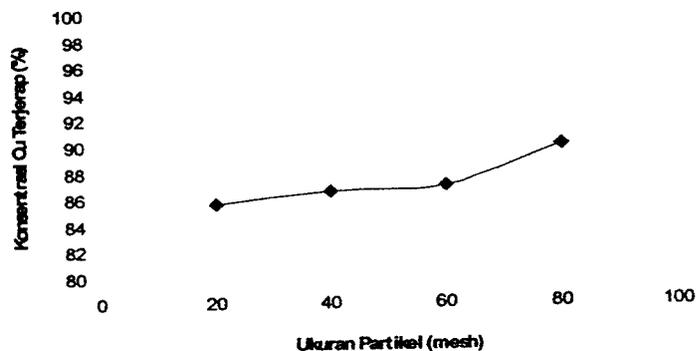
Ukuran partikel adsorbent merupakan hal yang sangat penting dalam proses adsorpsi. Semakin kecil ukuran partikel, maka semakin bagus penjerapannya karena luas permukaan serbuk gergaji semakin besar. Gambar 5.4. dan 5.5 memperlihatkan pengaruh ukuran partikel serbuk gergaji yang diaktivasi dengan NaOH dan CH<sub>3</sub>COOH terhadap daya jerapnya pada logam Cu



**Gambar 5.4. Pengaruh Ukuran Partikel Serbuk Gergaji Pada Proses Aktivasi**  
(Konsentrasi NaOH 0,1M dan Suhu Aktivasi 30°C)

Gambar 5.4. memperlihatkan pengaruh ukuran partikel adsorben pada proses aktivasi serbuk gergaji yang akan digunakan menjerap logam Cu. Pada ukuran 20 mesh, konsentrasi logam Cu yang terjerap sebanyak 96,53% dan mengalami peningkatan yang tidak begitu signifikan pada variasi ukuran yang selanjutnya. Dari gambar 5.3. dapat disimpulkan kondisi optimum telah tercapai pada saat ukuran partikel serbuk gergaji 40 mesh karena tidak ada peningkatan daya jerap secara signifikan dengan semakin kecilnya ukuran partikel.

Pada serbuk gergaji yang diaktivasi dengan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  pengaruh ukuran partikel adsorbent memberikan hasil yang berbeda dengan activator  $\text{NaOH}$ .



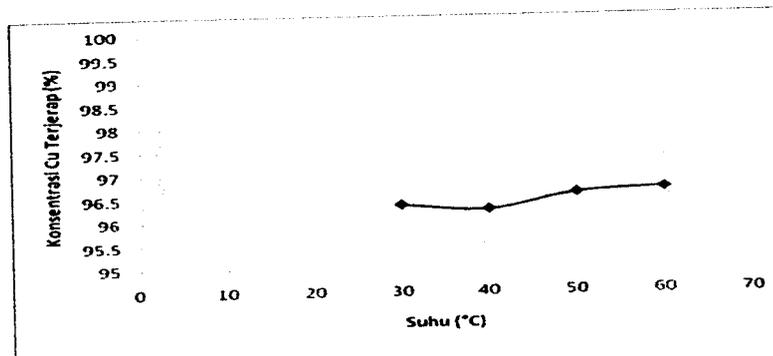
Gambar 5.5. Pengaruh Ukuran Partikel Serbuk Gergaji Pada Proses Aktivasi  
(Konsentrasi  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,5M dan Suhu Aktivasi  $30^\circ\text{C}$ )

Pada ukuran 20 mesh, konsentrasi logam Cu yang terserap sebanyak 85,49% dan mengalami peningkatan pada variasi ukuran yang selanjutnya. Hal ini sesuai dengan teori yaitu semakin kecil ukuran partikel maka semakin bagus proses adsorpsi logam Cu yang terjadi. Dari gambar 5.5. dapat disimpulkan kondisi optimum serbuk gergaji teraktivasi dengan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  tercapai pada ukuran partikel serbuk gergaji 80 mesh karena terjadi peningkatan daya jerap yang cukup signifikan.

### 5.2.3. Pengaruh Suhu Aktivasi

Proses aktivasi umumnya bertambah sempurna seiring dengan naiknya temperatur. Kenaikan temperatur dapat menyebabkan pori-pori adsorben terbuka karena unsur-unsur pengotor yang terdapat pada permukaan adsorben akan teroksidasi

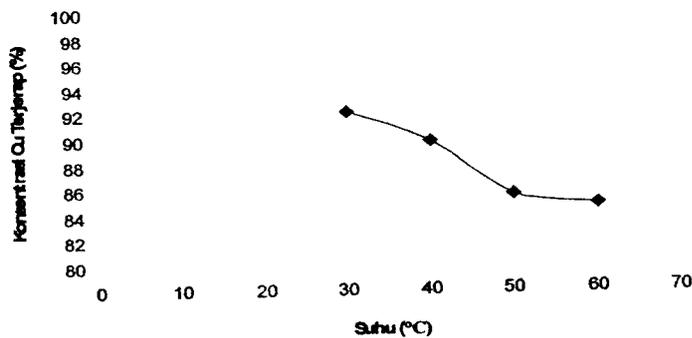
(Cheremisinoff, 1978) . Gambar 5.6. dan 5.7. memperlihatkan pengaruh suhu aktivasi terhadap daya jerap serbuk gergaji.



Gambar 5.6. Pengaruh Suhu Pada Proses Aktivasi

(Konsentrasi NaOH 0,1M dan Ukuran Partikel Serbuk Gergaji 40 Mesh)

Dari gambar 5.6. dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum dicapai pada suhu aktivasi dengan NaOH pada suhu 30°C, karena pada suhu 40, 50 dan 60 °C tidak ada peningkatan penjerapan logam Cu secara signifikan.



Gambar 5.7. Pengaruh Suhu Aktivasi

(Konsentrasi CH<sub>3</sub>COOH 0,5M dan Ukuran partikel 80 mesh)

Pada saat aktivasi menggunakan asam asetat, suhu aktivasi harus dijaga. Jika suhu terlalu tinggi, maka terjadi *asetosolve* yaitu ligninnya terbuang. Oleh karena itu, pengaktifan dengan asam asetat yang terbaik adalah pada suhu yang rendah. Hal ini dapat dilihat pada gambar 5.7. diatas, dimana pada suhu kamar penjerapan yang terjadi adalah 92,08%, dan pada suhu aktivasi 60°C terjadi penurunan persentase penjerapan

sampai 84,57%. Semakin tinggi suhu yang digunakan pada saat aktivasi, maka semakin sedikit Cu yang terjerap, karena lignin yang diinginkan kemungkinan terdegradasi.

### 5.3. Proses Adsorpsi

#### 5.3.1. Pengaruh Suhu Terhadap Daya Jerap pada berbagai Konsentrasi Cu

Daya jerap merupakan faktor penentu pada proses adsorpsi. Suhu yang digunakan pada proses adsorpsi juga sangat mempengaruhi kemampuan penjerapan dari adsorben yang digunakan.

Menghitung jumlah adsorbat yang terjerap pada adsorben saat kesetimbangan ( $Q_e$ ) dilakukan menggunakan persamaan :

$$Q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{\text{massa adsorben}} v$$

Dimana :      Konsentrasi awal                      =  $C_0$   
                  Konsentrasi setimbang                =  $C_e$   
                  Volume adsorbat                            =  $v$

Misal : untuk konsentrasi awal Cu ( $C_0$ ) = 100 ppm

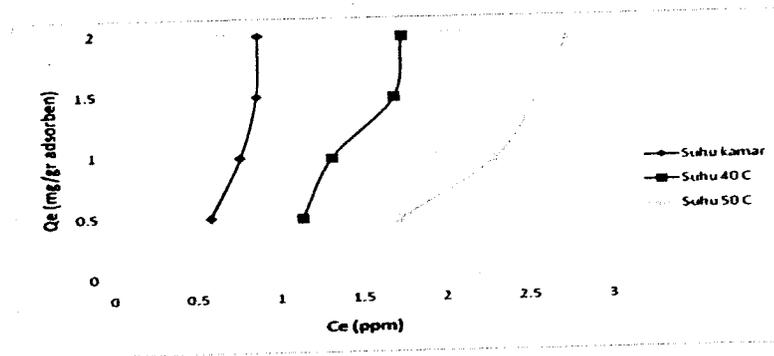
          Konsentrasi pada saat setimbang yang terukur ( $C_e$ ) = 0,877 ppm

          Massa adsorben                            = 10 gr

          Volume adsorbat                         = 0,2 liter

Maka :       $Q_e = \frac{(100 - 0,877) \text{ mg/l}}{10 \text{ gr serbuk gergaji}} 0,2l = 1,98246 \text{ mg Cu/g serbuk gergaji}$

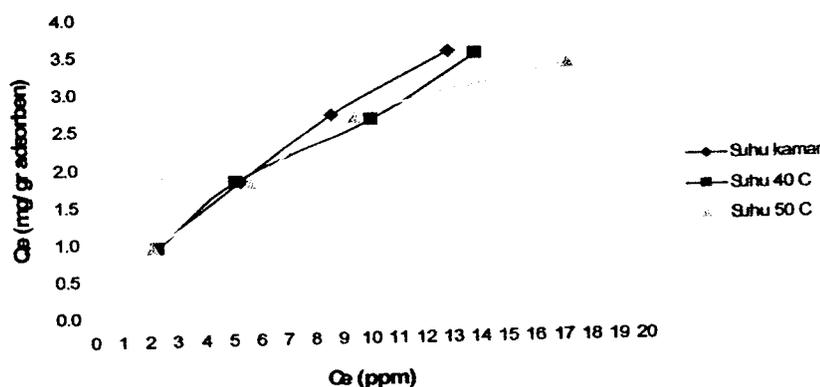
Gambar 5.8 memperlihatkan pengaruh suhu terhadap proses adsorpsi logam Cu menggunakan adsorbent serbuk gergaji yang diaktivasi pada suhu kamar dengan NaOH 0,1 M dan ukuran partikel adsorbent 40 mesh.



Gambar 5.8 Grafik hubungan  $C_e$  terhadap  $Q_e$  pada berbagai suhu (adsorbent serbuk gergaji teraktivasi dengan NaOH)

Gambar 5.8. memperlihatkan hubungan  $C_e$  (konsentrasi adsorbat pada keadaan setimbang) dengan  $Q_e$  (kapasitas jerap adsorben pada keadaan setimbang). Dari gambar dapat dilihat pengaruh suhu terhadap daya jerap, dimana pada suhu kamar merupakan suhu yang paling optimal terjadinya penjerapan adsorbat oleh adsorben. Pada suhu semakin tinggi proses penjerapan yang terjadi semakin lemah.

Untuk serbuk gergaji yang diaktivasi pada suhu kamar dengan asam asetat 0,5 M, dan ukuran partikel 80 mesh, pengaruh suhu terhadap daya jerap logam Cu ditampilkan pada Gambar 5.9. Dari hubungan  $C_e$  dengan  $Q_e$  pada berbagai suhu terhadap daya jerap serbuk gergaji terlihat bahwa pada suhu kamar merupakan suhu yang paling optimal terjadinya penjerapan adsorbat oleh adsorben bila dibandingkan dengan suhu 40°C dan 50°C.



Gambar 5.9. Hubungan  $C_e$  terhadap  $Q_e$  pada berbagai suhu (adsorbent serbuk gergaji teraktivasi dengan  $\text{CH}_3\text{COOH}$ )

Semakin tinggi suhu maka proses penjerapan yang terjadi semakin lemah. Hal ini dapat terjadi mungkin dikarena dengan kenaikan suhu menyebabkan terjadi desorpsi, yang artinya adsorbat yang telah terikat pada permukaan adsorben lepas sehingga menyebabkan kapasitas penjerapan akan semakin menurun dengan kenaikan suhu (Cheremisinoff, 1978).

Secara umum, penggunaan basa NaOH sebagai zat pengaktif (aktivator) serbuk gergaji untuk meningkatkan daya jerapnya, lebih baik dibanding dengan menggunakan asam acetat, walau perbedaan daya jerap yang diberikan tidak terlalu besar. Namun jika ditinjau dari segi keamanan dan pengaruh kimia yang ditimbulkan kedua aktivator, penggunaan asam acetat lebih disarankan.