

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Penelitian

#### 4.1.1. Hasil penentuan kandungan oksida logam dalam abu boiler PKS

Penentuan kandungan oksida logam dari abu boiler PKS dilakukan dengan menggunakan XRF ( X-Ray Fluorescence). Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 5.** Kandungan Oksida Logam dalam Abu Boiler PKS PTPN 3 Asahan

Oksida Logam	Kandungan (%)
SiO <sub>2</sub>	60,63
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,77
CaO	4,29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,50
MgO	2,88

#### 4.1.2 Karakterisasi adsorpsi abu boiler PKS terhadap logam berat Pb

Kemampuan adsorpsi Abu boiler PKS terhadap logam berat Pb dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) Alpha 4. Berikut ini adalah data daya adsorpsi optimum abu boiler PKS terhadap logam berat Pb dengan parameter ukuran butiran, pH, waktu kontak, temperatur dan kecepatan pengadukan untuk setiap konsentrasi sebagai berikut:

**Tabel 6.** Daya Serap Optimal Abu Boiler PKS terhadap Larutan Pb 100 ppm

No	Parameter	Kondisi Optimum	Serapan Optimal (ppm)	Recovery penyerapan (%)
1	Ukuran butiran	300 mesh	91,398	91,398 %
2	pH	5	92,043	92,043 %
3	Waktu kontak	30 menit	94,946	94,946 %
4	Temperatur	40 °C	94,946	94,946 %
5	Kecepatan pengadukan	150 rpm	93,763	93,763 %

## 4.2. Pembahasan

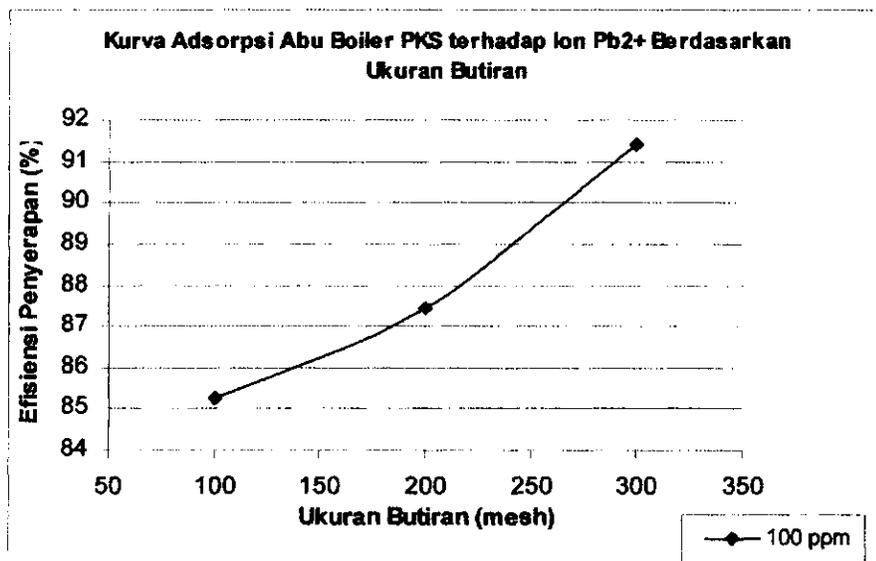
Dari tabel 4 dapat kita lihat bahwa komponen utama penyusun abu boiler PKS berdasarkan analisa pendahuluan dengan XRF adalah  $\text{SiO}_2$  dengan persentase yang paling besar yaitu 60,63%, dan oksida-oksida anorganik lain seperti  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan  $\text{MgO}$ . Komposisi kimia abu boiler ini tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian Yoescha tahun 2007 yaitu  $\text{SiO}_2 \pm 58,02\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 \pm 8,70\%$ ;  $\text{CaO} \pm 12,65\%$ ;  $\text{MgO} \pm 4,23\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \pm 2,60\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O} 0,41\%$  dan  $\text{K}_2\text{O} \pm 0,72\%$  (Yoescha,2007). Kandungan kimia abu boiler ini juga sangat mirip dengan kandungan kimia *fly ash* yaitu  $\text{SiO}_2 \pm 62\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 \pm 21,98\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \pm 7,20\%$ ;  $\text{CaO} \pm 3,20\%$ ;  $\text{MgO} \pm 1,10\%$ ;  $\text{TiO}_2 \pm 1,10\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} \pm 2,10\%$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5 \pm 1,35\%$ ;  $\text{SO}_3 \pm 0,62\%$  (Sahu et al., 2005). Mengingat *fly ash* sudah banyak digunakan sebagai adsorben, maka diasumsikan abu boiler PKS ini juga dapat digunakan sebagai adsorben.

Kandungan oksida logam yang terdapat dalam abu boiler PKS ini membentuk kerangka berongga, sehingga memungkinkan terjadinya proses adsorpsi. Adsorpsi abu boiler PKS juga terjadi melalui proses pertukaran ion, hal ini dikarenakan abu boiler PKS mengandung alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dimana logam berat Pb akan terikat pada Al yang bermuatan negatif dari  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Dari hasil analisa menggunakan SSA didapatkan konsentrasi K sebesar 20,075 %, dan dari analisa menggunakan flamefotometri didapatkan konsentrasi Na sebesar 0,4201%. Adanya kandungan K dan Na pada abu boiler juga dapat menyebabkan terjadinya pertukaran ion pada proses adsorpsi.

Sebelum digunakan sebagai adsorben terlebih dahulu abu boiler PKS dikalsinasi pada suhu  $900^\circ\text{C}$  untuk menghilangkan senyawa volatil pada permukaan abu, sehingga pori-pori abu menjadi lebih terbuka dan adsorpsi akan lebih maksimal. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi adsorpsi abu boiler PKS terhadap logam berat Pb adalah ukuran butiran adsorben, pH, waktu kontak, temperatur dan kecepatan pengadukan.

Untuk mempelajari kemampuan adsorpsi optimum abu boiler PKS pertama dilakukan berdasarkan variasi ukuran butiran yaitu 100 mesh, 200 mesh dan 300 mesh, masing- masing dikontakkan terhadap larutan Pb dengan

konsentrasi yaitu 100 ppm. Hasil pengukuran adsorpsi abu boiler PKS terhadap larutan dapat dilihat pada gambar 3.



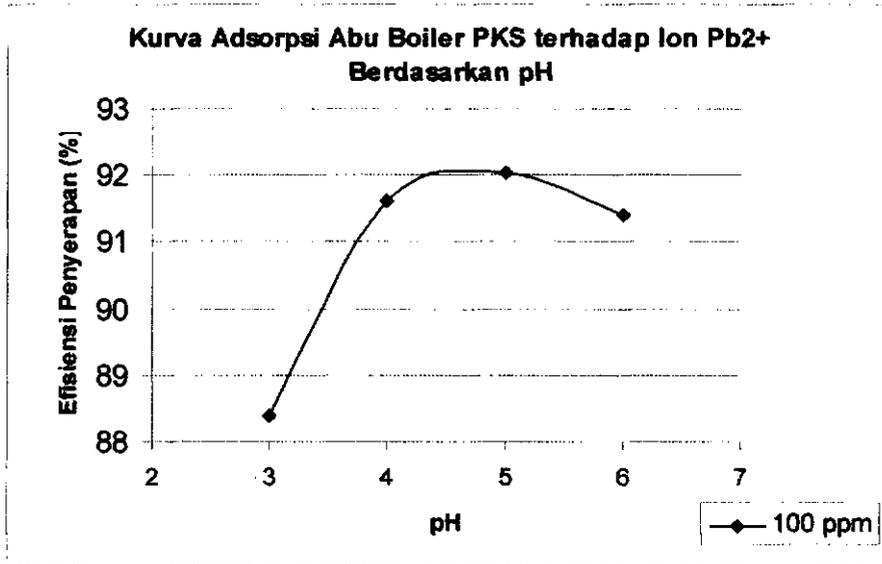
**Gambar 3.** Kurva Adsorpsi Abu boiler PKS Terhadap Ion Pb<sup>2+</sup> pada Konsentrasi 100 ppm Berdasarkan Ukuran Butiran

Dari kurva pada gambar 3 terlihat bahwa semakin kecil ukuran butiran terjadi peningkatan kemampuan adsorpsi abu boiler PKS. Berdasarkan teoritis dinyatakan bahwa semakin halus ukuran partikel adsorben, maka luas permukaan kontak adsorben semakin besar sehingga kontak yang terjadi antara adsorben dengan logam berat lebih baik, namun pada penelitian tidak ditemukan adsorpsi optimum karena ukuran partikel berbanding terbalik dengan kemampuan penyerapan. Dapat dilihat pada gambar 3 recovery penyerapan optimum abu boiler PKS pada larutan Pb dengan konsentrasi 100 ppm yakni 91,398 %. Pada penelitian ini didapatkan penyerapan optimum terjadi pada ukuran butiran 300 mesh.

Dari hasil penelitian Yusmanita tahun 2007 yang menggunakan abu layang sebagai adsorben terhadap logam berat Cd, juga didapatkan penyerapan optimum terjadi pada ukuran butiran 300 mesh dengan variasi ukuran butiran 100 mesh, 200 mesh, dan 300 mesh. Untuk karakterisasi yang lainnya digunakan ukuran butiran 300 mesh.

Kemampuan adsorpsi abu boiler PKS terhadap larutan Pb berdasarkan pH, terlihat pada gambar 4 bahwa daya adsorpsi abu boiler PKS pada larutan Pb 100 ppm optimum pada pH 5 dengan recovery penyerapannya adalah 92,043 %.

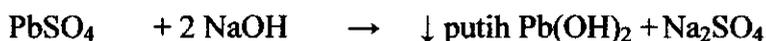
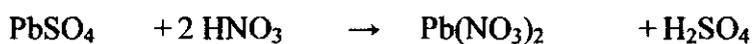
Hasil pengukuran pH larutan terhadap kemampuan adsorpsi abu boiler PKS terhadap logam berat Pb dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 4.** Kurva Adsorpsi Abu boiler PKS Terhadap Ion Pb<sup>2+</sup> pada Konsentrasi 100 ppm Berdasarkan pH

Dari kurva penyerapan pada gambar 4 terlihat adsorpsi terus meningkat seiring naiknya pH larutan yaitu pada pH 3, 4 dan 5, hal ini terjadi karena pada pH 5 kemungkinan Pb<sup>2+</sup> terserap atau dipertukarkan dengan ion lain atau terjadinya hidrolisa yang mengubah muatan oksida terutama SiO<sub>2</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bermuatan negatif dan memungkinkan terjadinya ikatan antara oksida dengan logam yang bermuatan positif (Ngoh, 2006). Sedangkan diatas pH optimum yaitu pada pH 6 terjadi penurunan daya adsorpsi adsorben. Penurunan daya adsorpsi kemungkinan karenan terbentuk hidroksida Pb yang mengalami kopresipitasi sehingga menutupi permukaan pori.

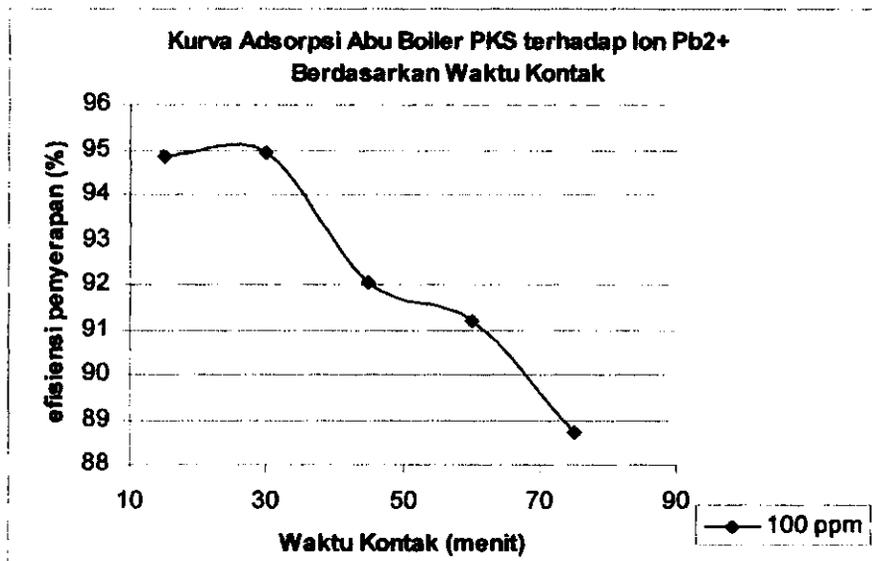
Reaksi logam Pb dalam suasana asam dan basa :



Untuk semua ion logam penyerapan akan berkurang dibawah optimum dikarenakan konsentrasi ion  $H^+$  yang terlalu tinggi sehingga gugus fungsi negatif bereaksi dengan ion  $H^+$  dan akan menghalangi terikatnya ion logam pada gugus fungsi adsorben tersebut. Sedangkan diatas pH optimum juga terjadi penurunan rekovery penyerapan dikarenakan pada pH yang lebih tinggi ion logam akan membentuk endapan sehingga lebih sukar diadsorpsi pada permukaan material (Drastinawati,2002).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Adri Saputra tahun 2006 dengan memanfaatkan ampas tebu sebagai adsorben untuk logam berat Pb dan Zn juga didapatkan penyerapan berkurang dibawah pH optimum dan diatas pH optimum juga terjadi penurunan rekovery penyerapan. Pada penelitiannya rekovery penyerapan optimum terjadi pada pH 5.

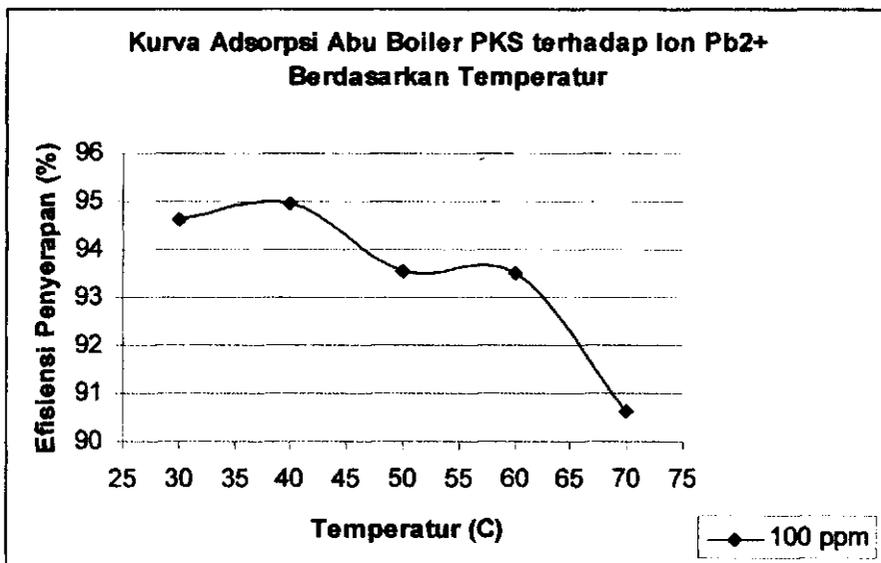
Berdasarkan pengaruh waktu kontak dari tabel 4 terlihat bahwa adsorpsi optimum terjadi pada waktu kontak 30 menit, dengan rekovery penyerapan larutan yakni 94,946 %. Hasil pengukuran waktu kontak larutan terhadap penyerapan logam Pb 100 ppm dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5.** Kurva Adsorpsi Abu boiler PKS Terhadap Ion Pb pada Konsentrasi 100 ppm Berdasarkan waktu kontak

Dengan mengamati kurva pada gambar 5, terlihat bahwa setelah mencapai kondisi penyerapan optimum, terjadi penurunan adsorpsi pada menit berikutnya dikarenakan partikel adsorben telah mencapai kejenuhan, sehingga material tidak mampu lagi untuk mengikat (Drastinawati,2002). Penurunan kemampuan adsorpsi juga dapat terjadi karena pada saat waktu kontak optimum telah terjadi dan dilakukan kontak maka ion Pb yang telah teradsorpsi akan lepas kembali kedalam larutan sampel sehingga konsentrasi larutan Pb yang tidak teradsorpsi menjadi lebih besar. Hal ini disebabkan karena adsorpsi yang terjadi disini merupakan adsorpsi fisika, sehingga logam berat yang teradsorpsi tidak terikat kuat pada permukaan abu boiler PKS. Waktu kontak optimum digunakan untuk variasi selanjutnya.

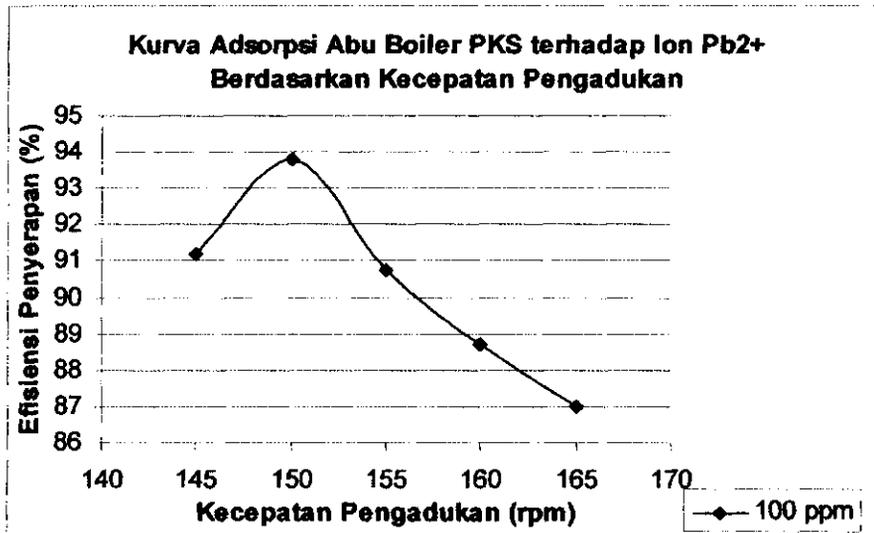
Hasil pengukuran temperatur larutan terhadap penyerapan logam Pb 100 ppm dapat dilihat pada gambar 6.



**Gambar 6.** Kurva Adsorpsi Abu boiler PKS Terhadap Ion Pb<sup>2+</sup> pada Konsentrasi 100 ppm Berdasarkan Temperatur

Bila dilihat pengaruh temperatur terhadap kemampuan adsorpsi abu boiler PKS terhadap logam berat Pb, berdasarkan kurva pada gambar 6 terlihat pada konsentrasi 100 ppm adsorpsi optimum terjadi pada temperatur 40°C dengan recovery penyerapan 94,946%. Pada kurva terlihat adsorpsi optimum terjadi pada temperatur rendah. Hal ini disebabkan karena adsorpsi yang terjadi disini

merupakan adsorpsi fisika, dimana secara teoritis diketahui bahwa adsorpsi fisika terjadi pada temperatur rendah, oleh karena itu semakin tinggi temperatur maka akan menyebabkan adsorpsi yang terjadi akan berkurang. Kemungkinan lain pada suhu 40°C adsorben telah mencapai kejenuhan sehingga tidak mampu untuk berikatan lagi.



**Gambar 7.** Kurva Adsorpsi Abu boiler PKS Terhadap Ion  $Pb^{2+}$  pada Konsentrasi 100 ppm Berdasarkan kecepatan pengadukan

Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap kemampuan adsorpsi abu boiler PKS dari kurva pada gambar 7 terlihat bahwa adsorpsi optimum pada konsentrasi 100 ppm terjadi pada kecepatan pengadukan 150 rpm dengan recovery penyerapan yaitu 93,763%. Dari data yang diperoleh daya adsorpsi optimum terjadi pada kecepatan pengadukan yang rendah, hal ini disebabkan karena ikatan yang lemah (ikatan van der waals antara Pb dengan silika, yang menyebabkan logam yang terikat lemah pada adsorben akan terlepas lagi. Penurunan kemampuan penyerapan diatas kondisi optimum disebabkan karena telah jenuhnya adsorben, sehingga tidak mampu lagi untuk menyerap. Pada grafik juga terlihat adanya alur yang turun naik, hasil yang demikian diduga akibat ukuran partikel yang kurang homogenitas akibatnya luas permukaan, jumlah serta distribusi pori tidak merata.