

**KADAR ALUMINIUM (Al) DAN BESI (Fe)
DALAM PROSES PEMBUATAN KOAGULAN CAIR
DARI LEMPUNG LAHAN GAMBUT**

**LEVEL OF ALUMINUM (Al) AND IRON (Fe)
IN LIQUID COAGULANT PRODUCTION PROCESS
FROM CLAY OF PEAT LAND**

¹Widya Purnomowati Ramdhani, ²Mahmud, dan ^{3*}Prayatni Soewondo

^{1,2,3} Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jl Ganesha 10 Bandung 40132

[*prayatnisoe@yahoo.com](mailto:prayatnisoe@yahoo.com)

Abstrak: Penelitian tentang pemanfaatan lempung relatif intensif dilakukan. Selama ini penelitian tersebut lebih banyak digunakan sebagai absorben daripada sebagai koagulan. Padahal lempung memiliki kadar aluminium dan besi yang relatif tinggi sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan koagulan. Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran kadar aluminium (Al) dan besi (Fe) dalam bentuk koagulan cair yang terbuat dari bahan baku lempung yang berasal dari lahan gambut. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium. Lempung gambut ini diperoleh dari daerah bergambut yang terletak di Kecamatan Gambut, Kalimantan Selatan yang memiliki kadar Al dan kadar Fe sebesar 8,46 %berat dan 2,59 %berat (Laboratorium Pusat Survei Geologi Bandung, 2008). Untuk memperoleh Al dan Fe dari lempung tersebut dalam bentuk koagulan cair dilakukan dengan cara ekstraksi pada lempung dengan menggunakan asam sulfat (H_2SO_4). Pengukuran kadar Al dalam koagulan cair tersebut dilakukan dengan menggunakan metode Atomic Absorption Spectrometry (AAS) sedangkan Fe dengan menggunakan spektrofotometri. Variabel yang diamati dalam proses pembuatan koagulan ini, yaitu pengaruh ukuran mesh (ukuran butiran lempung), temperatur kalsinasi, dan konsentrasi asam sulfat yang digunakan. Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan AAS, kadar Al terbesar dalam proses pembuatan koagulan cair terdapat pada percobaan 2 yaitu dengan ukuran mesh 20 (diameter lempung 0,85 mm) dengan suhu kalsinasi 700°C dan konsentrasi asam sebesar 2N yaitu sebesar 7480,78 ppm. Kadar Fe terbesar pada percobaan 2 berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer terdapat pada ukuran mesh 20 (diameter lempung 0,85 mm) dengan suhu kalsinasi 700°C dan pada konsentrasi asam sulfat sebesar 2N yaitu sebesar 1475,51 ppm.

Kata kunci: Koagulan Cair, Kadar Aluminium (Al), Kadar Besi (Fe), Lempung Lahan Gambut

Abstract: Research about clay utilization relative intensive conducted. Currently research is referred more used as absorbent than as coagulant. Though clay has level of aluminum and iron that relative high until to be used as coagulant material. At this research will be conducted measurement level of aluminum (Al) and iron (Fe) in the form of liquid coagulant that made of clay raw material that come from peat land. This Research is conducted at laboratory scale. This peat Clay is obtained from area that located in Gambut District, South Kalimantan that have level of Al and Fe as high as 8,46 %weight and 2,59 %weight (Laboratory Geology Survey Center Bandung, 2008). For getting the Al and Fe from clay referred in the form of liquid coagulant is conducted by extraction at clay by using sulfide acid (H_2SO_4). Measurement level of Al in liquid coagulant referred conducted by using method Atomic Absorption Spectrometry (AAS) whereas Fe by using spectrophotometer. Variable that perceived in course of making this coagulant which is size effect mesh (clay size of grain), temperature calcinations, and concentration of sulfide acid that used. Base measurement result by using AAS, level of biggest Al in course of making liquid coagulant exist on experiment 2 that is of the size mesh 20 (clay diameter 0,85 mms) with calcinations temperature 700°C and acid concentration as big as 2N that is as high as 7480,78 ppms. Level of biggest Fe at experiment 2 base measurement result by using spectrophotometer exist on size mesh 20 (clay diameter 0,85 mms) with calcinations temperature 700°C and at concentration of sulfide acid as big as 2N that is as high as 1475,51 ppms.

Key words: Liquid Coagulant, Level of Aluminum (Al), Level of Iron (Fe), Clay of Peat land.

1. PENDAHULUAN

Lahan gambut di Indonesia relatif banyak terdapat pada pulau Kalimantan, Sumatera dan Irian Jaya seperti dapat dilihat pada **Tabel 1**. Hal itu secara tidak langsung menunjukkan bahwa pada area tersebut banyak terdapat lempung gambut. Lempung gambut merupakan lempung yang terdapat di area lahan gambut yang berada dibawah tanah gambut, sekitar 1,5–3,0 meter dari permukaan tanah.

Tabel 1

Penyebaran dan luas lahan gambut di Indonesia (Sokardi dan Hidayat, 1988)

No.	Provinsi	Luas	
		10 ³ hektar	Jumlah (%)
1.	Jawa Barat	25	<0,1
2.	Aceh	270	1,5
3.	Sumatera Utara	335	1,8
4.	Sumatera Barat	31	<0,1
5.	Riau	1.704	9,2
6.	Jambi	900	4,9
7.	Sumatera Selatan	990	5,4
8.	Bengkulu	22	<0,1
9.	Lampung	24	<0,1
10.	Kalimantan Barat	4.610	24,9
11.	Kalimantan Tengah	2.162	11,7
12.	Kalimantan Selatan	1.484	8,0
13.	Kalimantan Timur	1.053	5,7
14.	Sulawesi Tengah	15	<0,1
15.	Sulawesi Selatan	1	<0,1
16.	Sulawesi Tenggara	18	<0,1
17.	Kepulauan Maluku	20	<0,1
18.	Irian Jaya	4.600	24,9
Jumlah		18.480	100

Sebagian besar penelitian tentang lempung, memanfaatkan lempung sebagai absorben, padahal lempung juga dapat digunakan sebagai bahan koagulan, karena pada lempung terdapat aluminium dan besi yang merupakan ion pembentuk senyawa koagulan. Lempung dapat digunakan sebagai absorben dan koagulan bantu dalam pengolahan air berwarna (Notodarmodjo, 1994), oleh sebab itu, maka perlu dilakukan penelitian mengenai proses pembuatan koagulan.

Pada penelitian ini, koagulan yang akan dibuat memiliki fase cair, dengan bahan baku yang berasal dari lempung lahan gambut yang terletak di Kecamatan Gambut, Kalimantan Selatan. Beberapa komposisi kimia lempung gambut pada Kecamatan Gambut, Kalimantan Selatan disajikan dalam **Tabel 2** dan komposisi kimia lempung yang telah diselidiki di beberapa negara disajikan dalam **Tabel 3**. Semua jenis lempung baik itu lempung dari lahan gambut maupun bukan yang disajikan dalam tabel-tabel tersebut memiliki kandungan silika yang lebih tinggi dibanding senyawa yang lain. Disamping itu, terdapat kandungan alumina dari lempung-lempung tersebut juga cukup besar dan oksida besi walaupun dalam kadar yang relatif tidak terlalu besar dibandingkan dengan kadar alumina dan silika. Hal tersebut menjadi dugaan bahwa lempung gambut berpotensi menjadi koagulan ataupun koagulan bantu karena silika maupun aluminium ataupun besi ini berperan dalam proses koagulasi.

Tabel 2

Komposisi kimia lempung gambut Kecamatan Gambut, Kalimantan Selatan
(Laboratorium Pusat Survei Geologi, 2008)

Oksida	Jumlah (%berat)	Elemen	Jumlah (%berat)
SiO ₂	56,78	Si	-
TiO ₂	1	Ti	0,6
Al ₂ O ₃	15,99	Al	8,46
Fe ₂ O ₃	3,7	Fe	2,59
MnO	0,0168	Mn	0,013
CaO	0,0643	Ca	0,0460
MgO	0,530	Mg	0,32
Na ₂ O	0,306	Na	-
K ₂ O	0,734	K	-
P ₂ O ₅	0,0368	P	-
SO ₃	3,03	S	-
LOI	17,6	-	-

Tabel 3

Komposisi kimia lempung dari beberapa Negara

Negara	Daerah	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	MgO	MnO	TiO ₂	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	KTK (meq/ 100g)	S _{BET} (m ² / g)	Sumber
Turki	Hasandede	52,3	8,1	3,1	5,45	3,50	12,77	0,05	0,33	1,73	0,10				Demirci <i>et al.</i> , 1998
	Keskin	49,1	18,7	10,9	1,01	3,12	2,98	0,02	0,67	0,26	0,03				Demirci <i>et al.</i> , 1998
	Erzurum	46,3	23,7	21,6		8,4								30,0	Gürses <i>et al.</i> , 2006
	Celtek	59,5	14,9	5,2	0,98	4,75	1,98		0,73	2,45		8,73			Sari <i>et al.</i> , 2007
Mongolia	Tuulan	74,3	15,1	1,6	1,06	3,32	3,59			0,95				31,3	Temuujin <i>et al.</i> , 2004
Algeria	Maghnia	69,4	14,7	1,2	0,50	0,30	1,07		0,16	0,79		11,0			Zermane <i>et al.</i> , 2004
Yordania	Azraqarea	59,6	13,7	8,3	0,68	1,15	2,33		1,61	2,07	0,05	10,47			Salman <i>et al.</i> , 2007
Pakistan	Kheora (Punjab)	52,3	18,7	5,9	0,79	3,22	4,68		0,59		1,33	11,86			Tahir dan Naseem, 2006
Indonesia	Lokasi I*	80,0	4,3	2,4	0,70	0,14	0,40		0,47	0,36		11,25	11,20		Mahmud dan Notodarmodjo, 2007
	Lokasi II	72,2	13,6	2,41	0,41	0,28	0,32		0,64	0,67		9,39	12,80		
	Lokasi III	70,1	14,6	3,07	0,80	0,21	0,78		0,45	0,62		9,41	19,60		
	Lokasi IV	60,3	22,7	2,63	1,23	0,56	0,41		1,20	1,54		9,45	13,40		

* : Lokasi I, II, III, dan IV berada di Landasan Ulin Kalimantan Selatan, dengan jarak ± 500 meter satu sama lain

LOI : *Lost of Ignition* (hilang akibat pembakaran)

KTK : Kapasitas Tukar Kation

Penelitian ini bermaksud untuk meneliti aktivasi lempung yang berasal dari lahan gambut dengan metode kalsinasi menggunakan alat pemanas (*muffle furnace*) dan ekstraksi/pelindian alumina dari lempung dengan menggunakan asam sulfat. Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati karakteristik lempung lahan gambut, mengetahui

efisiensi penggunaan lempung lahan gambut sebagai koagulan cair, dan memberikan usulan lempung lahan gambut sebagai salah satu alternatif koagulan untuk pengolahan limbah cair berwarna.

2. METODOLOGI

Pengambilan Lempung Gambut

Lokasi pengambilan lempung yang akan dijadikan sebagai bahan baku untuk pembuatan koagulan cair terletak di Kecamatan Gambut, Kalimantan Selatan tepatnya pada lokasi 4 seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Lokasi Sampling.

Gambar 2 dan **Gambar** memperlihatkan sampling lempung pada lahan gambut ini menggunakan alat khusus dengan metode *hand boring* yang pengambilannya dilakukan pada kedalaman 2 meter dari permukaan tanah

Percobaan Pendahuluan

Percobaan pendahuluan yang dilakukan meliputi proses pengeringan sampel yang dilakukan dengan pemanasan pada suhu 105°C pada oven, pengetesan alat ayak (*sieve*), dan proses ekstraksi, yaitu dengan menggunakan pemanasan maupun tanpa pemanasan serta % berat asam dan waktu ekstraksi yang sama dengan temperatur ekstraksi yang berbeda dan cara pemanasan pada proses ekstraksi, yaitu dengan pemanasan langsung pada *hot plate* (**Percobaan 1**) maupun pemanasan tidak langsung yaitu dengan direbus di dalam air yang mendidih (**Percobaan 2**).

Proses Pembuatan Koagulan Cair dan Analisis Laboratorium

Lempung gambut yang diperoleh dari lokasi 4, Kecamatan Gambut, Kalimantan Selatan dikeringkan untuk mengurangi kadar air di dalamnya sehingga dapat memudahkan proses gerinda dan pengayakan. Setelah dikeringkan, lempung tersebut digerinda (*digerus*) dengan menggunakan mortar porselin. Lempung yang telah digerinda ditempatkan pada ayakan/saringan kemudian secara mekanik digoyang-goyang selama 5 menit dengan nomor mesh 20, 40, 70, 100, 140, dan 200 (standard ASTM). Untuk ukuran sampel yang lebih besar, digerinda lagi kemudian disaring lagi dengan ukuran yang sama. Prosedur ini diulang lagi sampai seluruh sampel lempung gambut lolos saringan tersebut. Sampel lempung yang telah digerinda selanjutnya dikalsinasi dengan menggunakan *muffle furnace* pada temperatur 700°C dan 800°C . Kemudian sampel tersebut diekstraksi dengan asam sulfat dengan konsentrasi 2N, menggunakan syarat asam stoikiometri, selama 30 menit pada kisaran suhu antara 90°C - 100°C .

Setelah itu, sampel disaring dengan menggunakan kertas saring. Setelah disaring, sampel tersebut dilakukan pengenceran sebelum mengukur kadar Al yang ada di dalam larutan tersebut. Pengukuran Al dilakukan dengan menggunakan AAS seri *flame* (*Avanta Flame Atomisation System*), sedangkan Fe dengan menggunakan spektrofotometer. Setelah memperoleh kadar Al dan Fe dari tiap ukuran mesh maka dipilih ukuran mesh optimum yaitu ukuran mesh lempung yang menghasilkan kadar Al dan/atau Fe terbesar dan temperature kalsinasi yang optimum. Setelah memperoleh data mesh optimum kemudian dilakukan variasi konsentrasi asam untuk memperoleh kadar Al dan/atau Fe yang optimum.



Gambar 2. Alat untuk *Hand boring*



Gambar 3. Proses Pengambilan Lempung Gambut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN PERCOBAAN PENDAHULUAN

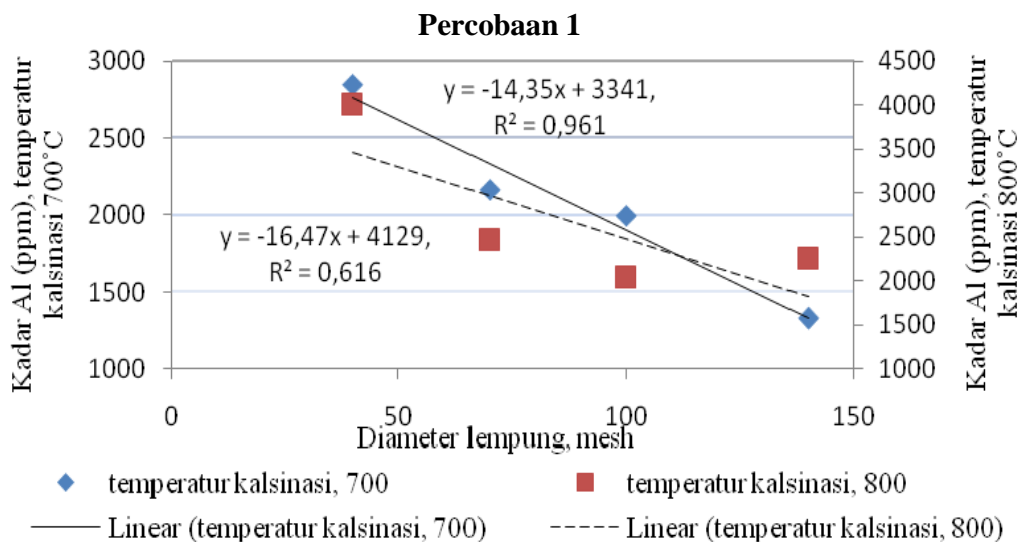
Pengeringan sampel pada suhu 105°C bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam lempung gambut agar lempung tersebut lebih mudah untuk digerinda dan diayak. Karena pada saat sampel lempung tersebut masih dalam kondisi basah maka lempung tersebut akan lengket sehingga sulit untuk digerinda dan akan melekat pada ayakan. Setelah mencoba mengayak dengan menggunakan ayakan yang bukan berdasarkan standar ASTM, diameter lempung tidak dapat dipisahkan sesuai dengan ukurannya. Jadi masih terdapat butiran lempung yang tidak berada pada tempatnya (berbagai macam ukuran butiran lempung masih ada yang tercampur dalam satu wadah ayakan pada ukuran mesh yang sama). Tapi saat menggunakan sieve dengan standar ASTM, macam ukuran diameter lempung dapat terpisah sesuai dengan ukurannya.

Proses ekstraksi Al dan Fe dengan menggunakan asam sulfat pada lempung gambut dengan pemanasan jauh lebih optimal dibandingkan tanpa pemanasan. Hal tersebut dapat dilihat dari perbedaan warna larutan yang muncul setelah proses ekstraksi. Pada sampel yang mengalami pemanasan warna sampel akan berubah menjadi hijau. Hal tersebut mengindikasikan Fe yang terdapat dalam lempung gambut mengalami aktivasi sedangkan tanpa pemanasan aktivasi Fe pada lempung masih kurang optimal hal itu ditandai dengan warna larutan sampel yang tetap bening. Hal tersebut juga berlaku untuk Al. Pada proses ekstraksi dengan menggunakan pemanasan akan muncul larutan/kristal berwarna putih yang merupakan Al dan dapat dilihat secara fisik sedangkan tanpa pemanasan pada larutan sampel tidak terlihat warna putih. Hal itu juga terkait dengan titik lebur Al dan Fe yang berada di atas suhu 100°C. Oleh karena itu proses ekstraksi pada percobaan selanjutnya dilakukan dengan pemanasan.

Pada percobaan pendahuluan juga dilakukan perbandingan proses ekstraksi dengan menggunakan % berat asam dan waktu ekstraksi yang sama untuk mengetahui seberapa banyak kadar Al dan Fe yang dapat terekstraksi dengan temperatur ekstraksi yang berbeda. Berdasarkan data yang diperoleh secara kualitatif semakin tinggi temperatur maka proses ekstraksi akan semakin cepat. Namun, jika pemanasan dilakukan diatas suhu 100°C maka air yang terkandung dalam larutan akan cepat menguap. Sedangkan koagulan yang akan dibuat memiliki komponen uap air didalamnya karena koagulan yang dibuat merupakan koagulan cair yang secara umum memiliki formula kimia berupa $Al_2SO_4 \cdot xH_2O$.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN PERCOBAAN UTAMA

Temperatur kalsinasi yang digunakan adalah 700°C dan 800°C. Pada kedua macam suhu tersebut terdapat perbedaan kadar Al dan Fe yang terekstraksi. Hal itu menunjukkan bahwa temperatur kalsinasi berpengaruh pada kadar Al dan Fe dalam lempung yang terekstraksi. Hal tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4**, **Gambar 5**, dan **Gambar 6**.



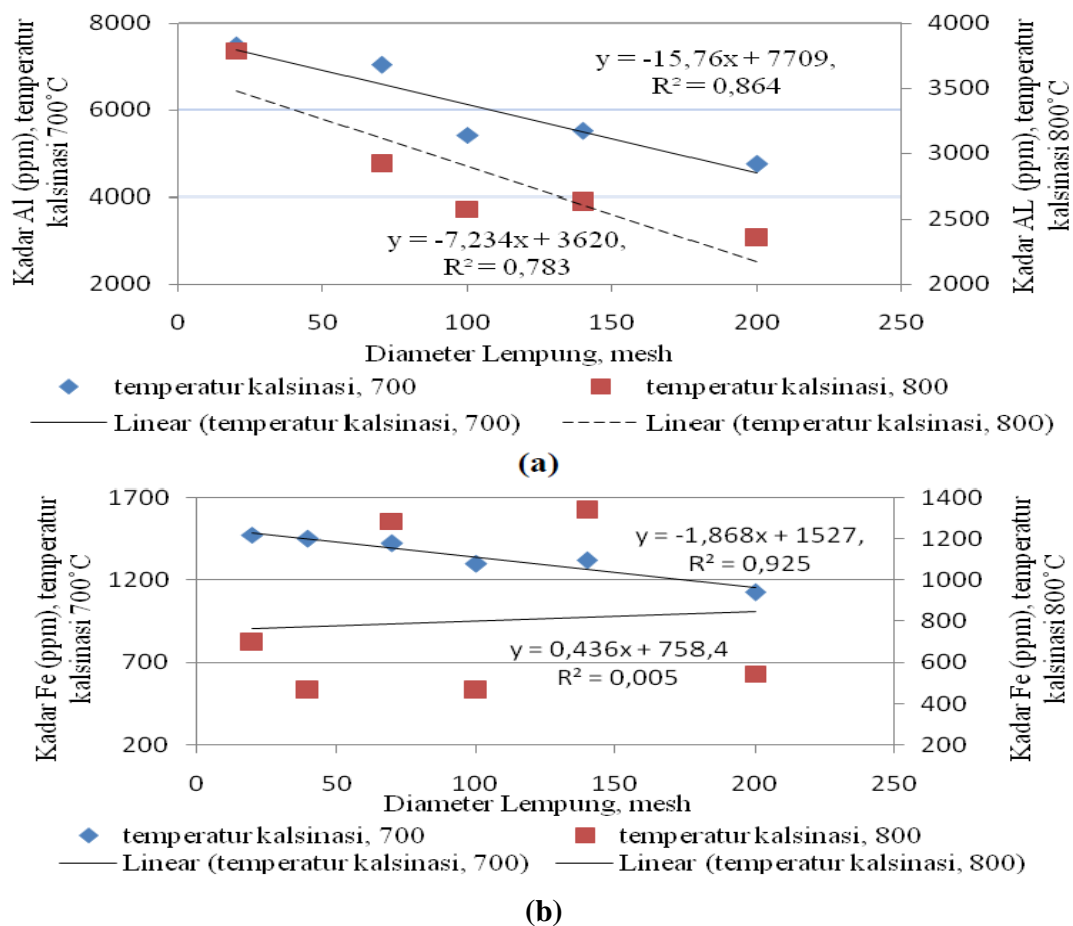
Gambar 4. Pengaruh Diameter Lempung terhadap Kadar Al pada Konsentrasi H_2SO_4 2N.

Konsentrasi asam sebesar 2N untuk ekstraksi Al dan Fe dalam lempung digunakan untuk memenuhi kebutuhan asam secara stoikiometri. Sedangkan konsentrasi asam sebesar 4N dipilih untuk memenuhi konsentrasi asam yang relatif tinggi dan pada waktu yang sama untuk menjaga fluiditas dari campuran yang dihasilkan. Pada konsentrasi asam sulfat yang sama yaitu 2N dan ukuran mesh yang sama yaitu 40 jumlah Al yang terekstraksi pada temperature kalsinasi 700°C sebesar 2.850,82 ppm sedangkan pada temperatur kalsinasi 800°C sebesar 4.006,46 ppm.

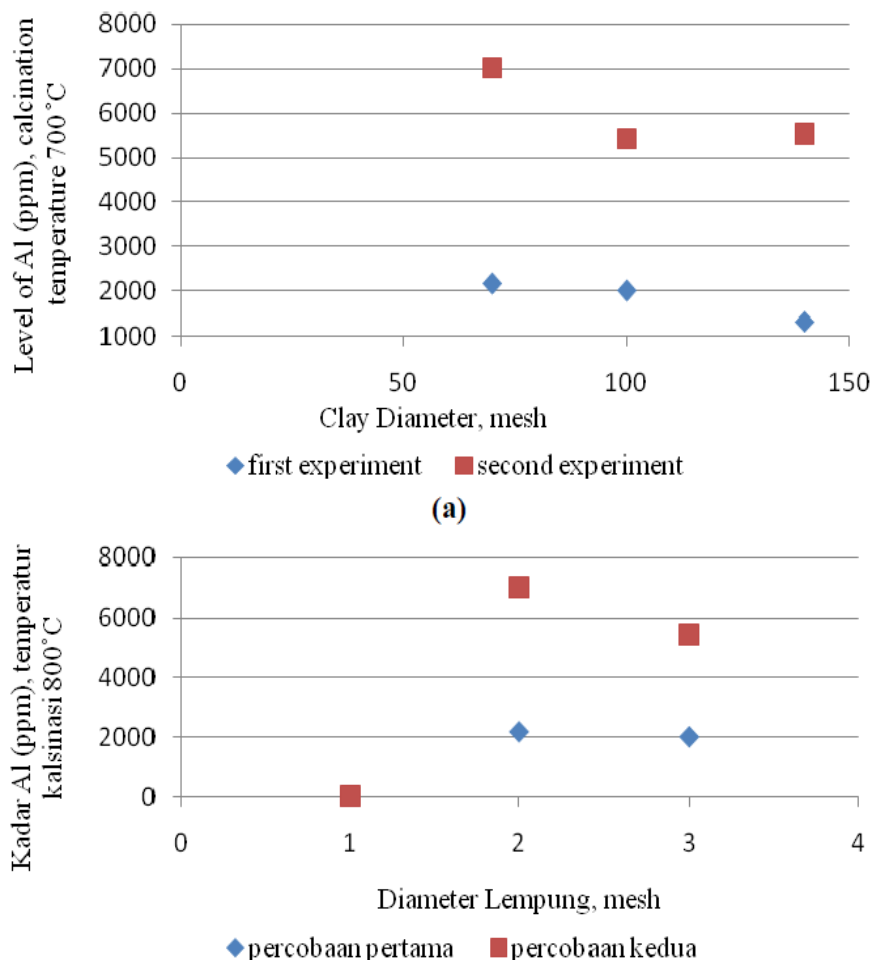
Sedangkan pada konsentrasi asam sulfat yang sama yaitu 4N dan ukuran mesh yang sama yaitu 40 jumlah Al yang terekstraksi pada temperatur kalsinasi 700°C sebesar 5.071,08 ppm sedangkan pada temperatur kalsinasi 800°C sebesar 4.228,86 ppm. Hal tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi asam 4N jauh lebih optimum dibandingkan dengan konsentrasi asam sulfat 2N.

Pada percobaan pertama jumlah Al yang terekstraksi lebih sedikit daripada percobaan kedua seperti terlihat pada **Gambar 6**. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada percobaan kedua kadar Al yang terekstraksi lebih besar karena pemanasan terjadi secara merata. Sehingga Al yang terdapat pada setiap butiran lempung dapat terekstraksi.

Percobaan 2



Gambar 5. Pengaruh Diameter Lempung terhadap Kadar Al **(a)** Pengaruh Diameter Lempung terhadap Kadar Fe **(b)** pada Konsentrasi H₂SO₄ 2N.



Gambar 6. Pengaruh Cara Ekstraksi terhadap Kadar Al Pada Suhu Kalsinasi 700°C **(a)** Pada Suhu Kalsinasi 800°C **(b)** dengan Konsentrasi H₂SO₄ 2N.

5. KESIMPULAN

Bahan baku lempung gambut diperoleh dari Kecamatan Gambut, Kalimantan Selatan. Pada lempung ini mengandung kadar Al dan Fe sebesar 8,46 %berat dan 2,59 %berat (Laboratorium Pusat Survei Geologi Bandung, 2008). Untuk memperoleh Al dan Fe dari lempung tersebut dalam bentuk koagulan cair dilakukan dengan melakukan ekstraksi pada lempung dengan menggunakan asam sulfat (H₂SO₄). Hasil pengukuran pada percobaan pertama menunjukkan kadar Al terbesar yang terdapat dalam proses pembuatan koagulan cair pada ukuran mesh 40 (diameter lempung 0,425 mm) dengan suhu kalsinasi 700°C dan konsentrasi asam sebesar 4N yaitu sebesar 5.071,08 ppm. Hasil pengukuran Al pada percobaan kedua menunjukkan kadar Al dan Fe terbesar terdapat pada ukuran mesh yang paling kecil yaitu mesh 20 (diameter lempung 0,85 mm) pada temperatur kalsinasi 700°C yaitu 7480,78 ppm dan 1475,51 ppm. Baik pada percobaan pertama maupun percobaan kedua menunjukkan bahwa pada suhu kalsinasi 700°C kadar Al yang Fe yang terekstraksi relatif lebih besar dan semakin kecil ukuran mesh maka kadar Al dan Fe yang terekstraksi akan semakin besar.

KETERANGAN

Penelitian ini dibiayai oleh Program Penelitian Hibah Bersaing, DIKTI 2009-2010.

DAFTAR PUSTAKA

- Crittenden John, et al. 2005. *Water Treatment Principles and Design 2nd edition*. MWH; John Wiley&sons, Inc.
- Gürses Ahmet, MehmetyalÇin1 and Cetin Dogar. 2003. *Removal of Remazol Red RB by Using Al (III) as Coagulant-Flocculant: Effect of Some Variables on Settling Velocity*. Turkey.
- Kuusik, R and L. Viisimaa. 1999. *A New Dual Coagulant for Water Purification*. Vol. 33, No.9, pp. 2075-2082. Elsevier Science Ltd. Britain.
- Li Ling, et al. 2009. *Production of a New Wastewater Treatment Coagulant from Fly Ash with Concominant Flue Gas Scrubbing*. United State.
- Poulin, Edith, Jean F. B, and Guy M. 2008. *Transformation of Red Mud from Aluminium Industry into a Coagulant for Wastewater Treatment*. Canada.
- Zahrani, A.A and M.H Abdel M. 2004. *Production of Liquid Alum Coagulant from Local Saudi Clays*. Sci, vol.15 no.1, pp. 3-17 (1425 A.H/2004 A.D). JKAU: Eng.