

STUDI RECOVERY ALUMINA DARI TANAH LEMPUNG GAMBUT KAWASAN LANDASAN ULIN KOTA BANJARBARU

Sofyan Hadi^{1)*}, Sugianto²⁾, Agus Mirwan³⁾

¹⁾Mahasiswa Pasca Sarjana Teknik Kimia ITS, Surabaya

²⁾Alumni Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

³⁾Staf pengajar Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

*E-mail corresponding author: sofyan_alfaruk@yahoo.co.id

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 15-08-2012 Received in revised form: 17-09-2012 Accepted: 30-09-2012 Published: 07-10-2012</p> <p><i>Keywords:</i> Peat clay Alumina Calcination Elutriasi</p>	<p><i>Peat clay contains alumina (Al₂O₃) that has many benefits. The process of recovery of alumina from clay peat can be done by using the method of calcination and elutriasi (stirring). This research aims to recover the alumina from clay peat and study the effect of the addition of CaCl₂ variations and the effectiveness of stirring speed variations in the process of alumina recovery from clay soils. This research was conducted with several steps. Clay from the peat soil is cleaned and dried by drying. The dry clay that has been done peat milling and sifting to obtain the size of 75 mesh peat clay. A 75 mesh peat clay mixed with a variation ratio of CaCl₂ and peat clay is 0,5:1, 1:1, and 1.5:1. Each mixture of CaCl₂ and peat clay calcined by heating in a furnace at a temperature of 800°C for 4 hours. Calcined peat clay was performed milling and sifting through a 200 mesh. 80 grams of calcined clay peat size of 200 mesh is added 400 mL of HCl 6 N, then performed solid-liquid separation processes (leaching) with stirring for 2 hours with stirring speed of 200 rpm, 300 rpm and 400 rpm. Solution of the leaching process was decanted and filtered. The filtrate of the result of leaching process is heated (evaporated) until the remaining 100 mL, then added with 100 mL of aquadest. Heating (evaporating) re-mixed filtrate and aquadest until the volume of 100 mL of this process while stirring by using stirrer. Liquid contents alumina was tested using volumetric titration method based on SNI 13-6620-2001. Based on the results of the analysis initial sample obtained for the content of alumina in the peat clay is 2.81%. The final result is obtained optimum levels of alumina which can be recover from peat clay soi is 0,622% using a variation of weight ratio CaCl₂ and peat clay 0,5:1 with stirring speed of 400 rpm</i></p>

Abstrak- Tanah lempung gambut memiliki kandungan alumina yang memiliki banyak manfaat. Proses recovery alumina dari tanah lempung gambut dapat dilakukan menggunakan metode kalsinasi dan elutriasi. Penelitian bertujuan untuk mengambil kembali alumina dari tanah lempung gambut dan mempelajari pengaruh variasi penambahan CaCl₂ serta keefektifan variasi kecepatan pengadukan terhadap pengambilan alumina dari tanah lempung gambut. Penelitian dilakukan dengan beberapa tahap. lempung yang berasal dari tanah gambut dibersihkan dan dikeringkan. Lempung gambut yang sudah kering dilakukan penggerusan dan pengayakan hingga didapatkan lempung gambut berukuran 75 mesh. Lempung gambut yang berukuran 75 mesh dicampur dengan CaCl₂ dengan variasi perbandingan CaCl₂ : lempung gambut adalah 0,5:1, 1:1, dan 1,5:1. Masing-masing campuran CaCl₂ dan lempung gambut dikalsinasi dengan pemanasan dalam furnace pada suhu 800°C selama 4 jam. Lempung gambut hasil kalsinasi kemudian digerus dan diayak hingga berukuran 200 mesh. 80 gram lempung gambut hasil kalsinasi ukuran 200 mesh ditambahkan 400 mL larutan HCl 6 N, kemudian dilakukan p leaching dengan pengadukan selama 2 jam dengan kecepatan pengadukan sebesar 200 rpm, 300 rpm dan 400 rpm. Larutan hasil leaching didekantasi dan difiltrasi. Filtrat hasil leaching diuapkan sampai tersisa 100 mL, selanjutnya ditambahkan dengan 100 mL aquadest. Penguapan kembali campuran filtrat dan aquadest

sampai volumenya 100 mL dilakukan dengan pengadukan. Cairan yang dihasilkan diuji kandungan alumina dengan menggunakan titrasi volumetrik berdasarkan SNI 13-6620-2001. Berdasarkan hasil analisis untuk sampel awal diperoleh kadar alumina dalam tanah lempung gambut 2,81%. Hasil akhir diperoleh kadar alumina optimum yang dapat diambil dari tanah lempung gambut sebesar 0,622% menggunakan variasi perbandingan berat CaCl_2 dan lempung gambut 0,5:1 dengan kecepatan pengadukan sebesar 400 rpm.

Keywords: tanah lempung, alumina, kalsinasi, elutriasi

PENDAHULUAN

Kalimantan selatan merupakan daerah yang memiliki potensi lahan gambut cukup besar yaitu dengan luas 1484 ribu Hektar atau sekitar 8% dari luas lahan gambut yang ada di Indonesia (Noor, 2001). Menurut Andriess (1992), gambut adalah tanah organik (*organic soils*), tetapi tidak berarti bahwa tanah organik adalah tanah gambut. Pengertian tentang gambut yang lebih menitikberatkan sebagai medium pertumbuhan tanaman sama sekali berbeda dengan pengertian gambut untuk tujuan industri atau energi. Pada konteks ini, gambut diartikan sebagai suatu bentukan menurut konsep pedologi, yang morfologi dan sifat-sifat bentukannya sangat dipengaruhi oleh kadar bahan organik yang dikandungnya. Hasil komposisi kimia tanah lempung gambut yang diaktivasi secara kimia dan fisika mengandung alumina (Al_2O_3) sebanyak 5,64 % b/b (Sari, 2008). Saat ini lempung biasanya digunakan untuk bahan baku pembuat genteng, pot bunga dan keperluan rumah tangga lainnya seperti tungku dan keramik, padahal sebenarnya lempung gambut dapat kita optimalkan kegunaannya. Kegunaan lain dari lempung gambut adalah sebagai zeolit yang dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat yang telah dilakukan penelitian oleh Auliya dan Widia (2009) dalam pemanfaatan tanah lempung gambut sebagai adsorben dalam penurunan ion besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air tanah kota Banjarbaru, Musyaddah dan Yenie (2009) dalam pengolahan air sungai Martapura menjadi air bersih dengan memanfaatkan lempung lokal sebagai koagulan dan Saputri (2008) yang menggunakan lempung gambut sebagai adsorben dalam pengolahan air gambut. Penelitian untuk pengambilan alumina dari tanah lempung gambut telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Salah satunya yang telah dilakukan oleh Sukamta, dkk (2009) telah melakukan penelitian untuk pengambilan alumina dengan metode kalsinasi dan elutriasi, metode elutriasi adalah metode pengadukan untuk mendapatkan alumina, semakin besar kecepatan pengadukan semakin besar alumina yang dapat di *recovery*. Proses pengambilan kembali alumina dari tanah lempung gambut dilakukan dengan mengekstraksi padat-cair (*leaching*) yang telah di kalsinasi pada suhu 800-

1100 °C. Pada pengambilan kembali alumina, sebelum dilakukan kalsinasi dilakukan penambahan CaCl_2 yang berfungsi sebagai pengikat alumina dari aluminosilikat ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$). Pengaruh perbandingan antara CaCl_2 dengan bahan dasar (*raw material*) mempengaruhi kuantitas dan kualitas dari alumina yang dihasilkan. Pada umumnya rasio massa antara CaCl_2 dengan bahan dasar mencakup *range* 0,5:1–2:1. Alumina *powder* didapatkan pada proses hidrolisis pada suhu 400-600 °C (Nehari dkk, 1997). Metode untuk memperoleh silikat dengan alumina dari kalsinasi campuran kering dari silikat dan logam alkali atau garam amonium, seperti sulfat, bisulphate, sulfit dan produk reaksi larut dalam air atau air alkali (Clavell, 1982). Lempung secara khusus penting dalam kimia tanah, karena mempunyai permukaan yang berbeda dari butir mineral yang berukuran lebih besar. Pada perbedaan lokasi dan kedalaman ternyata kualitas tanah lempung memiliki perbedaan kualitas yang cukup signifikan (Irlanto, 1999), maka dalam pengambilan alumina pada lempung gambut perlu perlakuan khusus agar alumina yang terkandung di dalam lempung gambut dapat diambil optimal.

METODE PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mempelajari dan mengetahui pengaruh variasi penambahan CaCl_2 dalam proses pengambilan alumina dari tanah lempung gambut serta mempelajari dan mengetahui keefektifan variasi kecepatan pengadukan dalam proses pengambilan alumina dari tanah lempung gambut. Pengambilan alumina dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu metode kalsinasi dengan suhu kalsinasi sebesar 800 °C selama 4 jam menggunakan *furnance* dan metode kecepatan pengadukan (*elutriasi*) yang dilakukan dengan menggunakan variasi kecepatan pengadukan sebesar 200 rpm, 300 rpm, 400 rpm.

Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah tangki berpengaduk, bor tanah, *furnace*, pH meter, gelas beker (1000 mL, 500 mL, 250 mL dan 100 mL), gelas ukur (1000 mL, 100 mL, 50 mL, 25 mL dan 10 mL), pipet volume (25 mL

dan 10 mL), labu ukur (1000 mL, 500 mL, 250 mL, 100 mL), sudip, sendok, *erlenmeyer* 250 mL, *hot plate*, buret 50 mL, corong, neraca analitik, lumpang dan alu, ayakan 200 mesh, cawan, loyang, gelas arloji, oven, *crusher*, kertas saring, dan kertas *whatman* no.41.

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu lempung gambut, CaCl_2 , HCl 6 N, akuades, H_2SO_4 , HF, $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$, hidrogen peroksida (H_2O_2), amonium hidroksida (NH_4OH), natrium hidroksida (NaOH), etilenadiamina tetraasetat (EDTA), seng sulfat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), *xylenol orange*, hexametilena tetramina ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$), metil merah, asam asetat (CH_3COOH), dan Natrium asetat.

Prosedur Penelitian

Penurunan Kadar Air dalam Lempung

Lempung yang berasal dari tanah gambut dibersihkan dari pengotor-pengotor disekitarnya, kemudian mengeringkan lempung gambut dengan cara dijemur sampai lempung gambut kering. Lempung gambut yang sudah kering dilakukan penggerusan dan pengayakan hingga didapatkan lempung gambut berukuran 75 mesh.

Proses Kalsinasi

Lempung gambut yang berukuran 75 mesh dicampur dengan CaCl_2 dengan variasi perbandingan CaCl_2 dan lempung gambut adalah 0,5:1, 1:1, dan 1,5:1. Masing-masing campuran antara CaCl_2 dan lempung gambut dikalsinasi dengan pemanasan dalam *furnace* pada suhu 800°C selama 4 jam. Lempung gambut hasil kalsinasi kemudian dilakukan penggerusan dan pengayakan hingga berukuran 200 mesh.

Proses Ekstrasi Padat Cair (*Leaching*)

Lempung gambut sebanyak 80 gram hasil kalsinasi ukuran 200 mesh ditambahkan 400 mL larutan HCl 6 N, kemudian dilakukan proses pemisahan padat-cair (*leaching*) dengan pengadukan selama 2 jam dengan kecepatan pengadukan sebesar 200 rpm, 300 rpm dan 400 rpm. Larutan hasil proses *leaching* didekantasi dan difiltrasi, didapatkan filtrat dan rafinat.

Proses Dekomposisi Hidrolisa

Filtrat hasil proses *leaching* dipanaskan (diuapkan) sampai tersisa 100 mL, selanjutnya ditambahkan dengan 100 mL akuades. Memanaskan (menguapkan) kembali campuran filtrat dan akuades sampai volumenya 100 mL proses ini sambil dilakukan pengadukan dengan menggunakan *stirer*.

Uji Sampel

Tanah lempung gambut yang didapatkan diuji terlebih dahulu dengan menggunakan metode titrasi volumetri berdasarkan SNI 13-6620-2001 untuk mengetahui kandungan awal alumina. Kemudian sampel tanah lempung gambut yang sudah mengalami proses *recovery* dengan variasi penambahan CaCl_2 dan variasi kecepatan pengadukan diuji dengan menggunakan metode titrasi volumetri berdasarkan SNI 13-6620-2001 untuk mengetahui kandungan alumina setelah *recovery*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengamatan

Tabel 1. Hasil analisa kandungan awal alumina dari tanah lempung gambut.

Sampel	Volume EDTA (mL)	Volume Zn^{2+} (mL)	Kandungan Alumina (%)
Lempung Gambut	20	18,9	2,81

Tabel 2. Hasil Hasil analisa *recovery* alumina dari tanah lempung gambut.

Variasi Perbandingan CaCl_2 (gram) dan Tanah Lempung Gambut (gram)	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Volume EDTA (mL)	Volume Zn^{2+} (mL)	<i>Recovery</i> Alumina (%)
1,5:1	200	20	3,9	0,513
	300	20	2,6	0,555
	400	20	1,6	0,587
1:1	200	20	2,5	0,558
	300	20	1,8	0,580
	400	20	1,4	0,593
0,5:1	200	20	2	0,574
	300	20	0,7	0,615
	400	20	0,5	0,622

Pembahasan

Bahan baku dari penelitian ini yakni tanah lempung gambut daerah Landasan Ulin kota Banjarbaru yang diambil pada kedalaman 2 meter dari permukaan tanah. Pemilihan kedalaman 2 meter ini berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan kualitas lempung yang baik (Musyaddah dan Yenie, 2009).

Penambahan CaCl_2 hidrat pada bahan baku (tanah lempung gambut) dengan berbagai variasi perbandingan berat dilakukan untuk mengetahui variasi yang optimal. Pada penelitian ini dilakukan tiga variasi perbandingan berat antara CaCl_2 hidrat dengan tanah lempung gambut yakni 0,5:1, 1:1 dan 1,5:1.

Senyawa alumino silikat yang terkandung di dalam tanah lempung gambut bereaksi dengan CaCl_2 terhidrasi dengan proses pemanasan (kalsinasi). Proses kalsinasi dilakukan untuk

melepas ikatan senyawa kompleks dalam lempung. Bahan yang akan dipecah adalah senyawa kompleks lempung $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ menjadi $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

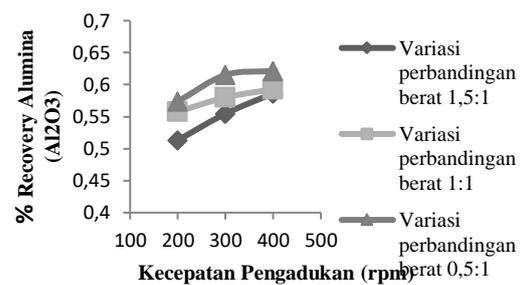
Proses ini juga dimaksudkan untuk menjaga stabilitas termal lempung dan memperbesar pori-pori permukaannya. Suhu kalsinasi yang sering digunakan berkisar antara 200-800°C (Sukamta, 2009). Pada penelitian ini digunakan suhu kalsinasi 800 °C. Hasil dari proses kalsinasi ini yakni untuk mendapatkan senyawa alumino kalsium silikat dan kalsium alumina.

Proses selanjutnya yakni menghaluskan produk hasil kalsinasi pada ukuran 200 mesh. Hal ini dilakukan bertujuan untuk memperbesar luas permukaan dari campuran senyawa alumino kalsium silikat dan kalsium alumina. Semakin besar luas permukaan suatu material diharapkan mempermudah transfer massa yang terjadi pada proses selanjutnya yakni proses *leaching* dengan menggunakan larutan HCl.

Proses *leaching* campuran senyawa alumino kalsium silikat dan kalsium alumina dengan menggunakan larutan HCl membentuk campuran AlCl_3 , silika dan CaCl_2 yang tidak larut. Hasil dari proses ini terdiri dari beberapa jenis garam selain AlCl_3 dan CaCl_2 , yaitu FeCl_3 , MgCl_2 dan logam berat (Nehari, 1997). Senyawa silika yang dihasilkan yang berupa padatan dipisahkan dari larutan dengan menggunakan proses filtrasi dan dekantasi. Pada proses *leaching* ini dilakukan pengadukan dengan berbagai variasi kecepatan pengadukan yakni 200, 300 dan 400 rpm. Variasi kecepatan pengadukan dilakukan untuk mengetahui kecenderungan kecepatan yang terbaik.

Proses selanjutnya yakni dekomposisi hidrolisa filtrat yang berasal dari hasil filtrasi proses sebelumnya. Proses ini berfungsi untuk kristalisasi senyawa AlCl_3 sehingga membentuk senyawa $\text{AlCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Proses terakhir pengambilan alumina yakni dengan mereaksikan atau mencampur senyawa $\text{AlCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dengan *aquadest* sehingga membentuk larutan yang mengandung senyawa alumina (Al_2O_3).

Berdasarkan pengamatan dan perhitungan hasil penelitian *recovery* alumina maka dapat dibuat grafik untuk menjelaskan kecenderungan dari berbagai variasi yang dilakukan. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran umum variasi yang optimal dalam *recovery* alumina.



Gambar 1. Hubungan % *recovery* alumina dan kecepatan pengadukan pada variasi perbandingan CaCl_2 dengan tanah lempung gambut.

Gambar 1 merupakan grafik yang menggambarkan pengaruh kecepatan pengadukan terhadap % *recovery* alumina yang diperoleh pada berbagai variasi perbandingan berat antara CaCl_2 dan lempung gambut. Kecepatan pengadukan di sini merupakan kecepatan pengadukan pada saat *leaching*. Sedangkan perbandingan berat antara CaCl_2 dan lempung gambut merupakan rasio jumlah CaCl_2 dan lempung gambut yang dicampurkan pada saat awal proses. Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui secara umum bahwa, semakin besar kecepatan pengadukan maka semakin besar pula % *recovery* alumina yang diperoleh untuk semua variasi perbandingan berat CaCl_2 dan lempung gambut. Hal ini sudah sesuai dengan teori yang mengatakan bahwa semakin besar kecepatan pengadukan pada saat *leaching* semakin cepat pula laju transfer massa Al dari fase padatnya sehingga semakin banyak AlCl_3 terbentuk yang kemudian membentuk alumina pada proses dekomposisi hidrolisa dengan penambahan H_2O (*aquadest*). Berdasarkan gambar 1 dapat diketahui bahwa secara umum variasi yang optimum adalah menggunakan variasi perbandingan berat CaCl_2 dengan tanah lempung gambut yang 0,5:1. Hal ini dapat dijelaskan bahwa dalam proses *recovery* alumina itu tergantung pada komposisi fase dari material dan kadar alumina relatifnya. Pada penelitian ini, bahan baku yang digunakan yakni tanah lempung gambut yang diuji kandungan awal alumina menunjukkan kadar alumina yang rendah yakni hanya sekitar 2,81%. Kadar alumina yang rendah menyebabkan CaCl_2 yang digunakan tidak terlalu banyak, karena hanya dengan CaCl_2 yang sedikit sudah cukup untuk mengambil kembali alumina secara optimal. Hal ini sesuai dengan paten yang ditulis oleh Nehari (1997) yang menyatakan bahwa CaCl_2 yang ditambahkan pada suatu senyawa aluminosilikat pada perbandingan berat 0,5:1-3:1 tergantung pada komposisi fase dari material dan kandungan alumina relatifnya serta konsentrasi mulite dan silika yang merupakan

impurities. Secara umum yang lebih baik adalah perbandingan berat 0,5:1-2:1. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil rasio berat, maka semakin baik dalam proses *recovery* alumina. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi yang terbaik yang dilakukan untuk *recovery* alumina pada penelitian ini adalah dengan menggunakan variasi perbandingan berat CaCl₂ dan lempung gambut 0,5:1 dengan kecepatan pengadukan sebesar 400 rpm yakni diperoleh % *recovery* alumina 0,622%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Lempung gambut merupakan senyawa aluminosilikat yang dapat diambil kembali aluminanya.
2. Persentase *recovery* alumina yang paling besar adalah 0,622% yang diperoleh pada variasi perbandingan berat CaCl₂ dan lempung gambut 0,5:1 dengan kecepatan pengadukan sebesar 400 rpm.
3. Berdasarkan variasi perbandingan berat CaCl₂ dan lempung gambut 0,5:1, 1:1, dan 1,5:1 didapatkan variasi yang paling optimum yaitu perbandingan CaCl₂ dan lempung gambut 0,5:1. Secara umum, semakin kecil rasio perbandingan berat CaCl₂ dan lempung gambut maka semakin baik dalam *recovery* alumina.
4. Berdasarkan variasi kecepatan pengadukan 200, 300, 400 rpm didapatkan variasi yang paling optimum yaitu kecepatan pengadukan 400 rpm. Secara umum, semakin besar kecepatan pengadukan maka semakin baik dalam *recovery* alumina.
5. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses *recovery* alumina yakni komposisi fase dalam material/bahan baku serta kandungan alumina relatifnya.

DAFTAR PUSTAKA

- ANDRIESE, J.P., 1992, Constraints and Opportunities for Alternative Use Options of Tropical Peat Land. In B.Y Aminuddin (Ed). Tropical Peat; Proceedings of International Symposium on Tropical Peat Land 6-10 May 1991, Kuching, Serawak, Malaysia.
- AULIYA, RAHMAWATI DAN SRI WIDIA LUTHFIANTI, 2009, "Pemanfaatan Tanah Lempung Gambut Sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Tanah Kota Banjarbaru", Laporan Penelitian, Universitas lambung mangkurat: Banjarbaru.
- CHOTIMAH, H.E.N.C. 2002. Pemanfaatan Lahan Gambut Untuk Tanaman Pertanian. <http://www.rudytc.tripod.com>
- CLAVELL, GARCIA, DKK., 1982, "Method for obtaining alumina from clay", United State Patent: USA No. 4342729.
- DARMONO, 1995, "Logam Berat dalam Sistem Biologi Makhhluk Hidup", UI-Press. Jakarta.
- Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Kalimantan Selatan, 2008, "Bahan Galian", Kalimantan Selatan.
- FITRIA, 2004, "Aktivasi Lempung dan Karakteristiknya", Skripsi. Fakultas Mipa Unlam.
- HARIYANTO, S., 2001, "Alternatif Pemanfaatan Gambut dalam Penanganan Limbah Cair", *Jurnal Kimia Lingkungan*.
- IRLANTO EW., 1999, "Kinetika penurunan warna dan zat organik air gambut dengan adsorpsi menggunakan tanah lempung gambut", Tesis Magister, Bandung: ITB.
- MUSYADDAH DAN YENIE, 2009, Pengolahan Air Sungai Martapura Menjadi air Bersih dengan memanfaatkan lempung Lokal Sebagai Koagulan. Universitas lambung mangkurat : Banjarbaru.
- NEHARI, S., dkk, 1997, "Process Recovery of Alumina and Silika", United State Patent: USA No.WO 97 22554.
- NOOR, M., 2001, "Pertanian Lahan Gambut, Potensi dan Kendala", Kanisius, Yogyakarta.
- NOTODARMOJO S., 1994, "Pencemaran tanah dan air tanah", ITB. Bandung.
- OXTOBY, GILLIS, NACHTRIEB, 2001, "Prinsip-Prinsip Kimia Modern", Edisi Keempat Jilid 2. Erlangga. Jakarta.
- RADJAGUKGUK, B., 1990, "Prospek Pengelolaan Tanah-Tanah Gambut Untuk Perluasan Lahan Pertanian", Seminar Nasional Tanah-tanah bermasalah di Indonesia KMIT Fakultas Pertanian UNS Surakarta 15 Oktober 1990. Surakarta.
- SARI M., 2008, "Adsorpsi lempung tanah gambut dalam menurunkan warna air gambut", Skripsi. Banjarbaru: Fakultas MIPA UNLAM.
- SAPUTRI GMI., 2008, "Penurunan warna air gambut dan adsorpsi lempung tanah gambut dan membran selulosa asetat", Skripsi. Banjarbaru: Fakultas MIPA UNLAM.
- SNI 13-6620-2001. Penentuan Kadar Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO dan MgO Contoh Lempung dengan Volumetri. Badan Standardisasi Nasional.
- SUKAMTA, DKK., 2009, "Pemecahan Senyawa Kompleks dalam Kaolin dan Pengambilan Alumina dengan Metode Kalsinasi dan

- Elutriasi”, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- SUKANDARRUMIDI, 2004, “Bahan Galian Industri”, Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- SUKANDARRUMIDI, 2004, “Batubara dan Gambut”, Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- SUNARSO, 2007, “Lempung Kita yang Terlupakan 2”, <http://ppsdms.org>.
- TAN K.H., 1998, “Dasar-Dasar Kimia Tanah”, Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- UNDERWOOD, A.L., 1999, “Analisis Kimia Kuantitatif”, Erlangga, Jakarta.