



Produksi Aluminium Sulfat dari Kaolin dan Asam Sulfat Dalam Reaktor Berpengaduk Menggunakan Proses Kering

M. Husin Ismayanda

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Banda Aceh
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam, Banda Aceh – 23111
E-mail : mayanda@yahoo.com

Abstract

Aluminium sulphate is form by reacting alumina which contains in kaolin with sulphuric acid solution in a stirred reactor. Reaction occurs in variance of different time and temperature. The result of reaction is paste aluminium which will be extracted about 3 times using hot aquadest and concentration of aluminum analyzed by titrimetric methode. Time, temperature and ratio of sulphuric acid and kaolin in reaction have a lot effect to conversion value result, while sulphuric acid concentration and speed of agitation are not too effected. Process condition which is about to be good is temperature 180 °C, reaction time 90 minutes, ratio of sulphuric acid and kaolin is 3:1, sulphuric acid concentration 65% and speed of agitation 350 rpm. Converted aluminum can reach 82%.

Keywords: Aluminum sulphate, Dry process, Kaolin, Sulphuric acid, Stirred reactor,

1. Pendahuluan

Aluminium sulfat [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$] atau yang lebih dikenal dengan tawas merupakan salah satu bahan kimia yang sangat diperlukan baik dalam industri pengolahan air. Kebutuhan aluminium sulfat selama ini diimpor dari luar negeri misalnya dari Singapura dan Australia dengan harga yang sangat mahal, sedangkan kebutuhannya cukup banyak. Industri yang menggunakan aluminium sulfat diantaranya adalah industri kertas, industri kulit, industri batik, industri tekstil, industri kosmetik dan industri bahan pemadam api (Zakaria, 2003). Perkembangan penduduk Indonesia yang semakin pesat dan penggunaan air semakin banyak, penggunaan aluminium juga semakin banyak. Oleh karena itu produksi aluminium sulfat sangatlah penting untuk mengatasi kekurangan dan mengurangi import dari luar Negeri.

Bahan baku yang digunakan untuk proses pembuatan aluminium sulfat tersedia dalam jumlah yang cukup besar di dalam negeri. Bahan Baku tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu sumber aluminium dan sumber sulfat. Namun para industriawan dan ilmuwan berlomba-lomba mencari bahan baku yang baru atau proses pembuatan yang lebih efisien. Umumnya aluminium sulfat dibuat dari bauksit dan asam sulfat dengan dipanaskan selama 15-20 jam. Bahan galian yang mengandung aluminium juga telah dicoba sebagai bahan baku. Diantaranya yaitu kaolin, mika, dan lempung yang sudah pernah diteliti untuk diambil aluminiumnya dengan jalan direbus memakai larutan asam sulfat, namun ternyata hasilnya kurang

memuaskan. Pengolahan lempung dengan asam sulfat 81% pada titik didih normal larutan disertai dengan pengadukan selama 10 jam, hanya dapat melarutkan 16% dari jumlah aluminium yang ada dalam lempung (Agra, I B dan Munawar, 1963).

Kaolin merupakan salah satu jenis tanah liat yang bersifat menyerap air, yang merupakan hasil pelapukan dan diskomposisi batuan beku dan batuan metamorf yang kompleks akan aluminium silika. Kaolin merupakan lempung yang berkualitas tinggi, warna putih keabu-abuan dan ditemukan sebagai endapan sedimenter. Menurut data pusat statistik (1995), di Provinsi Aceh terdapat cadangan kaolin yang cukup banyak, tidak kurang dari 450 juta ton. Lokasi ditemukannya cadangan ini menyebar di beberapa daerah, diantaranya Kabupaten Aceh Tenggara (Kecamatan Badar), Kabupaten Gayo Lues (Kuta Panjang dan Blang Kejeren) dengan jumlah 448 juta ton, Kota Sabang (Kecamatan Suka Karya dan Suka Jaya) dengan jumlah 2,88 juta ton, Kabupaten Aceh Tengah (Kecamatan Silih Nara) dan Kabupaten Aceh Barat (daerah Krueng Seunangan). Mengingat banyaknya kaolin yang belum dimanfaatkan di Aceh dan banyaknya kebutuhan kaolin untuk keperluan industri aluminium sulfat, maka perlu dilakukan suatu kajian yang mendalam tentang pemrosesan kaolin menjadi produk aluminium sulfat (tawas)

Pada tahun 1975, Ida Bagus Agra dan Sugianto telah melakukan penelitian tentang pembuatan aluminium sulfat dari kaolin dan asam sulfat dengan proses kering,

menggunakan kaolin yang bersumber dari Jawa Barat. Hasil dari penelitian tersebut, dimana kondisi optimum proses yang dihasilkan yaitu temperatur 170 °C, waktu 90 menit, konsentrasi H_2SO_4 60%, rasio asam sulfat dan kaolin 3:1, dengan nilai konversi 73,23%. Perbedaan karakteristik dari bahan baku yang digunakan dapat mempengaruhi nilai konversi yang diperoleh, dimana kadar Al_2O_3 dari kaolin yang bersumber dari Jawa Barat hanya sebesar 24,54% sedangkan kadar Al_2O_3 dari kaolin yang bersumber dari Jaboi, Kota Sabang adalah sebesar 38%.

Berdasarkan teori ini, penulis mencoba mengkaji proses pembuatan aluminium sulfat dengan menggunakan kaolin yang bersumber dari Jaboi, Kota Sabang Provinsi Aceh yang termasuk jenis kaolin hidrotermal dengan asam sulfat sebagai pelarutnya dengan menggunakan proses kering.

2. Metodologi

2.1. Prosedur Penelitian

Kaolin yang masih dalam bentuk bongkahan dikeringkan sampai kadar airnya menurun. Kemudian dimasukkan ke dalam *ball mill* hingga ukuran partikel kaolin melewati ayakan 250 micron. Dipanaskan gelas kimia kosong hingga kering dan bersih, kemudian dituangkan kaolin dan asam sulfat ke dalam gelas kimia tersebut secara bersamaan sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* agar bercampur sempurna dan terjadi reaksi kimia. Diukur temperatur larutan dengan menggunakan termometer dengan cara mengontrol temperatur pada layar *hot plate* dan dipertahankan agar temperatur tetap konstan. Proses dihentikan dan diperoleh pasta aluminium sulfat. Pasta tersebut selanjutnya diekstraksi dengan air panas, untuk melarutkan aluminium sulfat yang terbentuk, kemudian dimasukkan ekstrak yang diperoleh ke dalam cawan porselin dan dikeringkan pada temperatur 110 °C selama 24 jam. Padatan yang diperoleh diencerkan hingga kadar tertentu untuk keperluan analisa. Kemudian ditentukan derajat keasaman larutan dengan menggunakan pH meter.

2.2 Prosedur Analisa Produk

Aluminium yang terlarut dianalisa dengan cara titrasi. Larutan standar yang digunakan pada analisa ini adalah EDTA (Ethilen Diamine Tetraacetic Acid). Prosedurnya adalah sebagai berikut :

Tahap I (menentukan N EDTA)

Diambil 3 gram EDTA dimasukkan ke dalam gelas kimia, kemudian ditambahkan 200 ml aquadest, diaduk hingga larut sempurna dengan menggunakan *magnetic stirrer*.

Tahap II (mencari konsentrasi Al)

Diambil 5 gram $Al_2(SO_4)_3$ diencerkan sampai volume 75 ml, dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Selanjutnya ditambahkan 15 ml NaOH 1 N dan diaduk hingga larut sempurna. Diambil sebanyak 5 ml larutan tersebut dan ditambahkan indikator EBT (Indikator Eriocrom Black T). kemudian dititrasi dengan EDTA hingga berubah warna menjadi abu-abu. Dicatat volume titrasi, dilakukan sebanyak 3 kali.

2.3 Penentuan Derajat Keasaman

Derajat keasaman aluminium sulfat yang diperoleh diukur dengan menggunakan pH meter yang terlebih dahulu dikalibrasikan.

Diambil 1,5 gram $Al_2(SO_4)_3$ diencerkan sampai volume 75 ml dengan menggunakan aquadest, dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan diukur pH larutan tersebut. pH larutan yang diperoleh akan terbaca pada pH meter.

3. Hasil dan Pembahasan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat dibahas pengaruh beberapa variabel terhadap konversi aluminium sulfat yang dihasilkan sebagai berikut.

3.1 Pengaruh Temperatur Reaksi

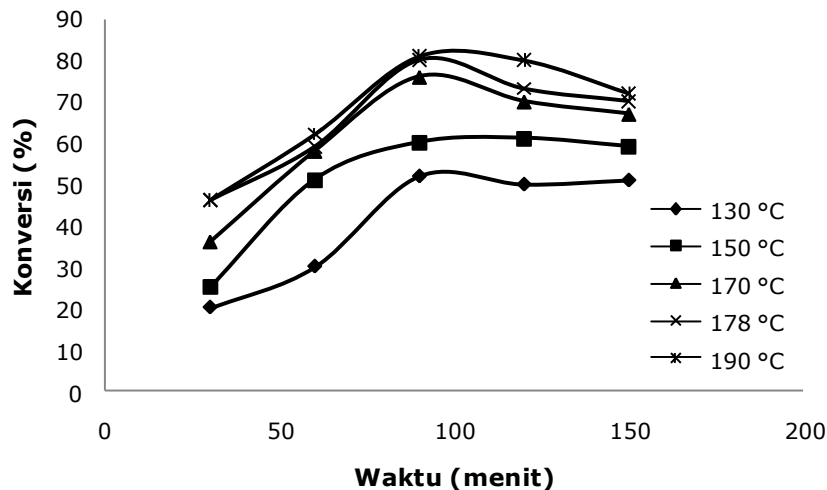
Pengaruh temperatur reaksi terhadap konversi aluminium sulfat diperlihatkan pada Gambar 1. Terlihat bahwa konversi aluminium sulfat bertambah dengan cepat seiring dengan meningkatnya waktu dan temperatur reaksi, dimana konversi terbaik diperoleh pada temperatur 180°C pada waktu 90 menit (82%) dengan konsentrasi asam sulfat 65%, rasio H_2SO_4 dan Kaolin 3:1 dan kecepatan putaran pengaduk 350 rpm. Semakin lama waktu reaksi maka konversi aluminium sulfat akan semakin tinggi. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu reaksi maka akan semakin banyak aluminium pada kaolin yang dapat dilarutkan oleh asam sulfat. Selain itu semakin tinggi temperatur reaksi maka konversi aluminium sulfat yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan semakin meningkatnya kecepatan reaksi pada saat temperatur dinaikkan. Namun, ketika waktu reaksi akan mencapai 120 menit maka kenaikan konversi menjadi tidak signifikan, bahkan menurun, hal ini disebabkan karena molekul kaolin yang bereaksi dengan asam sulfat

mulai berkurang sehingga reaksi dianggap sudah mulai seimbang.

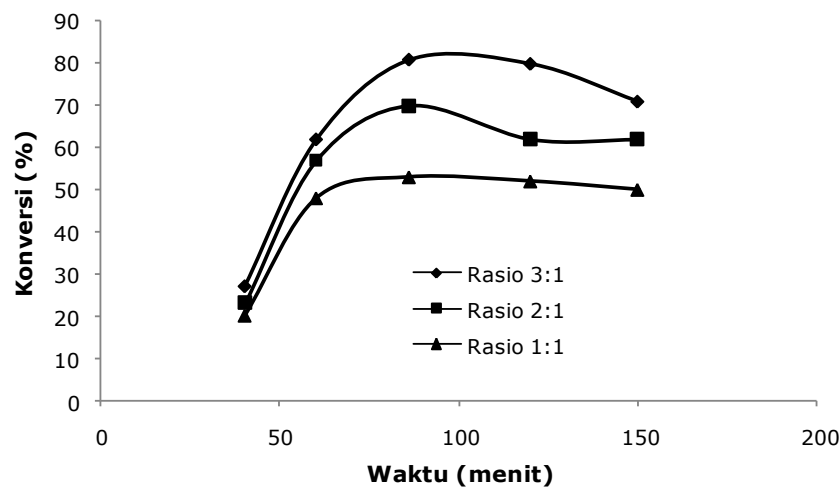
3.2 Pengaruh Rasio Asam Sulfat dan Kaolin ($\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{Al}_2\text{O}_3$)

Peningkatan rasio asam sulfat dan kaolin mengakibatkan konversi bertambah besar, seiring dengan lamanya waktu reaksi, hal ini disebabkan oleh makin banyaknya asam sulfat yang menyerang aluminium yang ada dalam kaolin, sehingga konsentrasi asam sulfat yang besar akan mudah melarutkan aluminium yang ada pada kaolin. Pada

perbandingan zat pereaksi yang rendah (1:1), hasil aluminium sulfat yang terlarut hanya sedikit, karena jumlah asam sulfat yang tersedia tidak cukup untuk bereaksi dengan semua aluminium yang ada pada kaolin, sehingga dalam jangka waktu reaksi yang tersedia, 140 menit, reaksi tidak dapat berlangsung lagi dan reaksi dihentikan sebelum temperatur reaksi mencapai 180°C . Dari grafik terlihat bahwa rasio asam sulfat dan kaolin 3:1 merupakan hasil yang paling baik. Grafik hubungan konversi terhadap rasio $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{Al}_2\text{O}_3$ pada berbagai waktu reaksi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Hubungan Antara Waktu Reaksi (T) Dengan Konversi Aluminium Pada Berbagai Temperatur Operasi (H_2SO_4 65%; Rasio H_2SO_4 dan Kaolin 3:1; Kecepatan Putaran Pengaduk 350 rpm)

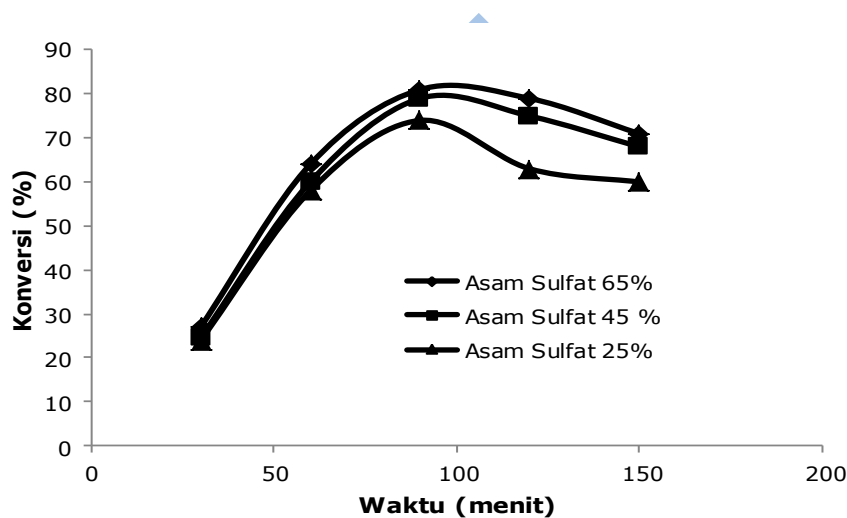


Gambar 2. Grafik Hubungan Konversi Terhadap Rasio $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{Al}_2\text{O}_3$ Pada Berbagai Waktu Reaksi (H_2SO_4 65%; T 180°C ; Kecepatan Putaran Pengaduk 350 Rpm)

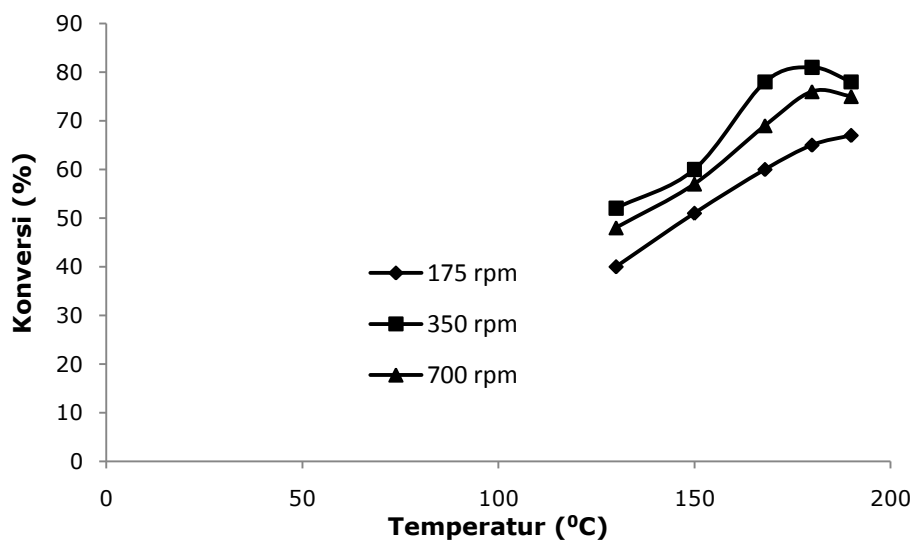
3.3 Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat

Konversi aluminium terlarut meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam sulfat. Tetapi apabila konsentrasi asam sulfat tersebut terlalu tinggi, konversi malah menurun, karena cairan yang sangat kecil volumenya tidak mampu melarutkan seluruh permukaan serbuk kaolin, sehingga pencampuran tidak dapat berjalan dengan baik, hal ini disebabkan karena pada salah satu tempat butir-butir kaolin diselubungi

oleh asam sulfat yang banyak sekali, tetapi sebaliknya pada bagian yang lain asam sulfat tidak ada sama sekali. Hubungan konversi terhadap konsentrasi asam sulfat pada berbagai waktu reaksi dapat dilihat pada Gambar 3. Konsentrasi asam sulfat bukanlah merupakan faktor yang amat penting. Sebab perbedaan konversi yang diperoleh tidak besar, meskipun konsentrasi asam sulfat diubah-ubah dari 25% sampai 65%. Kadar asam sulfat yang baik berkisar sekitar 65%.



Gambar 3. Hubungan Konversi Terhadap Konsentrasi Asam Sulfat Pada Berbagai Waktu Reaksi (T 180°C; Rasio H_2SO_4 Dan Kaolin 3:1; Kecepatan Putaran Pengaduk 350 Rpm)



Gambar 4 Hubungan Konversi Terhadap Kecepatan Putaran Pengaduk Pada Berbagai Temperatur Reaksi (H_2SO_4 65%; Waktu 90 Menit; Rasio H_2SO_4 Dan Kaolin 3:1)

3.4 Pengaruh Pengadukan

Hubungan kecepatan putaran pengaduk terhadap konversi pada berbagai waktu reaksi terlihat pada Gambar 4. Pengaruh pengadukan disini erat hubungan-nya dengan sistem pendispersian butir padatan ke dalam cairan. Pendispersian butir kaolin ke dalam asam sulfat dengan cara pengadukan dapat meningkatkan luas kontak dan memperbesar tumbukan antara molekul-molekul dalam kaolin dan asam sulfat, sehingga semakin besar pengadukan maka nilai konversi yang diperoleh akan semakin besar pula, namun apabila kecepatan putaran pengaduk terlalu besar, nilai konversi malah menurun, hal ini disebabkan karena pengadukan yang terlalu besar dapat mengakibatkan terbentuknya flok yang kemungkinan memudahkan terjadinya penggumpalan sehingga reaksi tidak dapat berlangsung dengan baik. konversi yang paling baik yaitu pada kecepatan putaran pengaduk 350 rpm.

3.5 Derajat Keasaman (pH) Produk Aluminium Sulfat

Pada penelitian ini, derajat keasaman produk aluminium sulfat dihitung dengan menggunakan pH meter, berdasarkan pengukuran, pH aluminium sulfat yang diperoleh pada penelitian ini adalah berkisar antara 3,15 hingga 3,2 (Tabel 3.1). Dari literatur diperoleh pH standar dari produk aluminium sulfat adalah sebesar 2,6 hingga 3,3. pH produk aluminium sulfat pada penelitian ini mendekati pH aluminium sulfat pada umumnya.

Tabel 1. Nilai pH untuk tiap-tiap temperatur dengan kondisi operasi optimum (H_2SO_4 65%; Rasio 3:1; 350 Rpm; Waktu Reaksi 90 Menit)

Konversi (%)	Derajat Keasaman (pH)
52,69	3,17
60,82	3,19
79,70	3,18
82	3,2
76,42	3,15

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu Konversi aluminium terlarut yang terbaik pada reaksi antara kaolin dan asam sulfat diperoleh sebesar 82% yaitu pada kondisi

reaksi dengan temperatur 180°C, waktu 90 menit, dan putaran pengaduk 350 rpm.

Derajat keasaman (pH) produk aluminium sulfat yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebesar 3,15 hingga 3,2.

Bahan baku kaolin yang berasal dari Jaboi, Kota Sabang dapat dibuat produk yang lebih berdaya guna serta mempunyai nilai ekonomi yang lebih tinggi menjadi aluminium sulfat.

Daftar Pustaka

- Ade, S.H., dan Legius, P., (2005), "Pengembangan Teknologi Proses Pengolahan Gypsum Kalsinasi", *Jurnal Saint dan Teknologi*, BPPT, Jakarta.
- Agra, I. B., dan Munawar., (1963), *Ekstraksi Aluminium dari Lempung*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Agra, I. B., dan Sugianto., (1975), *Pembuatan Aluminium Sulfat dari Kaolin dan Asam Sulfat dengan Proses Kering*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Bisri, U., dan kunrat, T.S., (1991), *Bahan Galian Industri Gypsum*, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Pusat Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.
- Day, R. A., dan Underwood, A.L., (2001), *Analisa Kimia Kuantitatif*, Erlangga, Jakarta.
- Geankoplis, C. J., (1993), *Transport Processes and Unit Operation*, 3rd Ed, Prentice Hall of India, New Delhi.
- Khopkar, S. M., (2002), *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Othmer, K., (2004), *Encyclopedia of Chemical Technology*, Fifth Edition vol.2, A-Wiley Interscience Publication, New Jersey.
- Perry, R. H., (1984), *Chemical Engineer's Hand Book*, Edisi keenam, Mc.Graw-Hill Book, New York.
- Sianipar, J., (2004), *Pemakaian Alum Sulfat pada Water Treatment dengan Variasi Beberapa Koagulant*, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh.
- Stratton, and Winkler., (1982), *Active Carbon from Hydrocarbonad Chlorine*, Industrial Engineering of Chemicals.
- Suryati., (1995), *Pemucatan Minyak Kelapa Sawit dengan Menggunakan Kaolin Kodya Sabang yang telah Diaktivasi*, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh.
- Vogel, A. I., (1953), *A Textbook of Quantitative Inorganic Analysis*, 2nd Ed",

Longmans, Green and Co., Ltd.,
London.
Zakaria, B. R., (2003), Skripsi, *Konversi
Bauksit menjadi Aluminium Sulfat*,

Fakultas Teknik Universitas Syiah
Kuala, Darussalam, Banda Aceh.

RK

RK