

Pengaruh pH Terhadap Distribusi Ukuran Partikel Alumina yang Dihasilkan Secara Elektrokimia

Lidiya Permata Dewi¹, Simon Sembiring², dan Wasinton Simanjuntak³

¹Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Unila

²Dosen Jurusan Fisika FMIPA Unila

³Dosen Jurusan Kimia FMIPA Unila

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung

Jl.Prof Dr. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

Telp (0721) 7906534 Fax (0721) 70 4625

Email: permatalidya93@gmail.com

Diterima (6 Agustus 2014), direvisi (8 September 2014)

Abstract. In this study, electrochemical method was applied to prepare alumina, with the main purpose to investigate the effect of pH on the amount and particle size distribution of the alumina prepared. Preparation of alumina was carried out at fixed potential of 22 volt, with different pH of 4, 5, and 6. The alumina obtained was oven dried at 100 °C and subsequently ground into powder. The powdered samples were characterized using particle size analyser to evaluate the particle size distribution of the samples. The results obtained demonstrated that the pH influenced the amount and particle size of the samples. In term of the amount, it was found that the higher the pH, the lower the amount of alumina produced, and for this reason, the optimum pH is 4, while in term of particle size, the opposite trend is true.

Keywords. Alumina, electrochemical method, particle size distribution

Abstrak. Dalam penelitian ini, metode elektrokimia digunakan untuk menghasilkan alumina, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh pH pada jumlah dan distribusi ukuran partikel dari alumina yang dihasilkan. Pembentukan alumina dilakukan pada potensial yang tetap yakni 22 volt, dengan pH yang berbeda yakni 4,5, dan 6. Alumina yang dihasilkan kemudian dikeringkan dengan oven dengan suhu 100°C dan selanjutnya digerus menjadi serbuk. Sampel serbuk yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi menggunakan alat analisis ukuran partikel untuk mengetahui distribusi ukuran partikel dari sampel. Hasil menunjukkan bahwa pH mempengaruhi jumlah dan ukuran partikel dari sampel. Dalam hal jumlah, diketahui bahwa semakin besar pH, semakin sedikit alumina yang dihasilkan, dan untuk alasan ini, pH 4 adalah yang optimum, sementara dalam hal ukuran partikel, berlaku sebaliknya.

Kata Kunci. Alumina, metode elektrokimia, distribusi ukuran partikel

PENDAHULUAN

Aluminium oksida (alumina) adalah senyawa kimia dari aluminium dan oksigen, dengan rumus kimia Al_2O_3 . Secara alami, alumina terdiri dari

mineral korundum, dan berbentuk kristal heksagonal (Hudson *et.al.*, 2002).

Alumina merupakan material penting karena digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pembuatan tungku suhu tinggi atau

tanur, perangkat otomotif, dan sebagai bahan refraktori.

Alumina memiliki aplikasi yang sangat luas karena senyawa ini memiliki sifat fisis yang baik antara lain, daya tahan panas yang tinggi, penghambat listrik yang baik, tahan terhadap abrasi, dan daya tahan terhadap korosi yang tinggi (Kagaku *et.al.*, 2007). Karena memiliki aplikasi yang sangat luas, kebutuhan akan alumina terus meningkat, dan diperkirakan pada tahun 2013 kebutuhan dunia akan alumina mencapai 280 juta ton (U.S. Geological Survey, 2013).

Di alam, alumina terdapat dalam mineral bauksit yang mengandung aluminium dalam bentuk hidroksida, yakni boehmet (γ -AlO(OH)) dan gibbsite Al(OH)₃, dengan kadar sekitar 30-54%. Metode yang biasa digunakan dalam proses pengolahan alumina dari mineral bauksit adalah metode yang dikenal dengan proses Bayer (Amira International, 2001).

Selain dengan metode Bayer, dewasa ini alumina telah dihasilkan dengan metode yang berbeda, yang dapat dikategorikan dalam metode fisika dan metode kimia. Metode fisika meliputi *mechanical milling* (Wu, 2001), *laser ablation* (Al Mamun, *et.al.*, 2010), dan *flame spray* (Tok *et.al.*, 2006). Metode kimia meliputi sol-gel (Rogajan *et. al.*, 2011), *solution combustion decomposition* (Pathak *et.al.*, 2002) dan *vapour deposition* (Wei *et.al.*, 2006).

Kebanyakan dari metode fisika di atas berlaku hanya pada material tertentu saja serta ukuran partikel nano tidak dapat dikontrol dengan baik, sehingga metode kimia dianggap lebih baik dalam menghasilkan produk dengan homogenitas yang tinggi, yang merupakan salah satu syarat penting suatu material aplikasi (Halim, 2010).

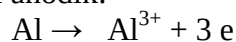
Penelitian ini digagas untuk mempelajari metode elektrokimia sebagai metode alternatif untuk pembuatan

alumina langsung dari logam aluminium. Metode ini digagas karena memiliki sejumlah keuntungan dibanding metode kimia konvensional yang umum digunakan.

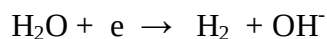
Keuntungan pertama adalah tidak memerlukan senyawa aluminium sebagai bahan baku, sehingga lebih murah dari sudut pandang bahan baku. Keuntungan lainnya adalah prosesnya yang sangat sederhana, yakni hanya memerlukan perangkat elektrokimia yang sederhana untuk melangsungkan reaksi elektrolisis logam aluminium menghasilkan ion aluminium (Natter *et.al.*, 2003).

Secara sederhana proses yang berlangsung dapat dirangkum dalam reaksi redoks di bawah ini.

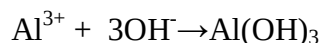
Reaksi anodik:



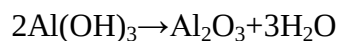
Reaksi katodik:



Ion Al³⁺ selanjutnya bereaksi dengan OH⁻ menghasilkan Al(OH)₃ sesuai dengan persamaan reaksi:



Al(OH)₃ jika dipanaskan akan menghasilkan alumina berdasarkan reaksi:



Proses elektrokimia diketahui dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya adalah pH dan potensial. Sebagai contoh Araoyinbo *et. al.* (2010) menggunakan metode elektrokimia untuk memproduksi alumina dengan ukuran nano. Potensial yang digunakan selama proses elektrokimia adalah 20-80 volt. Penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan bahwa besarnya potensial yang digunakan dalam proses elektrokimia mempengaruhi ukuran partikel dan jumlah alumina yang terbentuk.

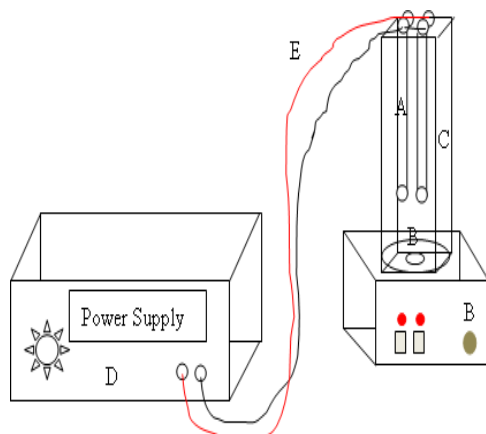
Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan di atas, secara garis besar penelitian ini dilakukan untuk mensintesis alumina dari batang alumunium dengan metode elektrokimia dengan pH yang berbeda (4, 5, dan 6) dan potensial 22 volt untuk mengetahui pengaruhnya terhadap distribusi ukuran partikel dari alumina yang dihasilkan dengan karakterisasi *Particle Size Analyzer* (PSA).

METODE PENELITIAN

Perancangan Alat

Perangkat percobaan yang digunakan dirancang sendiri di laboratorium menggunakan alat-alat elektrokimia sederhana seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**.

Secara garis besar, perangkat percobaan terdiri dari reaktor elektrokimia (A) yang terbuat dari kaca, dengan ukuran 10cm x 10cm x 30cm, reaktor dilengkapi dengan penutup yang terbuat dari fiber, dan dilengkapi dengan lubang untuk memasukkan elektroda. *Hot plate* dengan pengaduk magnetik (B) alat ini digunakan untuk mengaduk sampel selama proses elektrolisis berlangsung.



Gambar 1. Rangkaian perangkat percobaan elektrokimia yang digunakan dalam penelitian.

Elektroda (C) yang terdiri dari empat buah batang alumunium, yang digunakan sebagai katoda dan anoda. Dua batang alumunium digunakan sebagai katoda dan dua batang sebagai anoda. Elektroda dihubungkan dengan catu daya (D) yang memiliki besar tegangan 1-22 volt menggunakan kabel penghubung (E), untuk mengatur potensial percobaan sebesar 22 volt.

Pembuatan Alumina dengan Metode Elektrokimia

Pembuatan alumina dilakukan dengan pH asam yakni 4, 5, dan 6 dan potensial 22 volt. Sampel yang akan digunakan dibuat dengan mengatur pH akuades menggunakan asam nitrat, hingga memiliki nilai yang diinginkan, yakni 4, 5, dan 6.

Sampel disiapkan dengan cara memasukkan akuades sebanyak 2 liter ke dalam gelas kimia (*beaker glass*), setelah itu pH akuades diatur dengan cara meneteskan asam nitrat sedikit demi sedikit hingga akuades memiliki pH sesuai dengan yang diinginkan. Setelah akuades telah memiliki pH yang sesuai dengan yang diinginkan kemudian akuades dimasukkan ke dalam reaktor elektrokimia. Reaktor elektrokimia ditutup dengan penutup yang diberi lubang untuk elektroda. Elektroda kemudian dihubungkan dengan catu daya menggunakan kabel. Setelah terhubung, maka langkah selanjutnya adalah mengatur potensial 22 volt. Reaksi elektrolisis dilangsungkan selama 24 jam.

Pemisahan Alumina

Pemisahan sampel alumina yang telah dihasilkan dari proses elektrokimia dilakukan dengan cara sampel alumina diendapkan selama 24 jam, kemudian sampel yang telah diendapkan dipisahkan dengan corong pisah. Corong pisah yang

digunakan sebelumnya telah diolesi dengan minyak goreng agar sampel alumina tidak menempel pada dinding corong pisah. Setelah dipisahkan kemudian disaring kembali menggunakan kertas saring agar kandungan air pada sampel berkurang.

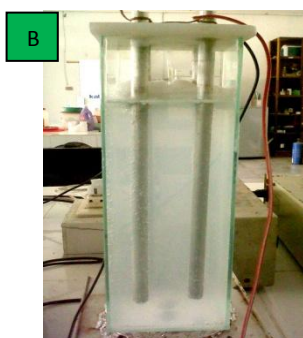
Sampel yang telah disaring diletakkan pada cawan tahan panas dan dioven selama 6 jam dengan suhu 100 °C. Sampel yang telah kering kemudian digerus menggunakan mortar dan pastel untuk menghaluskan sampel.

Karakterisasi Sampel

Karakterisasi sampel untuk menentukan distribusi ukuran partikel dilakukan dengan *Particle Size Analyzer* (PSA), FRITSCH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses elektrokimia ditunjukkan dalam **Gambar 2**.



Gambar 2. Proses Elektrokimia: (a). Tahap awal proses elektrokimia, (b). Proses elektrokimia setelah 24 jam.

Gambar 2a menunjukkan tahap awal proses elektrokimia. Tahap ini ditandai dengan pembentukan gelembung gas pada katoda, yang berdasarkan proses elektrokimia, gas ini diketahui merupakan gas H_2 hasil reduksi air. Meskipun pada tahap ini belum ada alumina yang teramati, namun hal ini telah menunjukkan bahwa reaksi oksidasi logam aluminium telah terjadi dan menghasilkan Al^{3+} . Seiring dengan waktu, gumpalan alumina terbentuk dalam larutan, seperti terlihat pada **Gambar 2b**, dimana sebagian alumina melayang dan sebagian mengendap di bagian dasar reaktor.

Alumina yang terbentuk selanjutnya dipisahkan dengan cara disaring sehingga didapatkan endapan alumina seperti ditunjukkan dalam **Gambar 3a**.

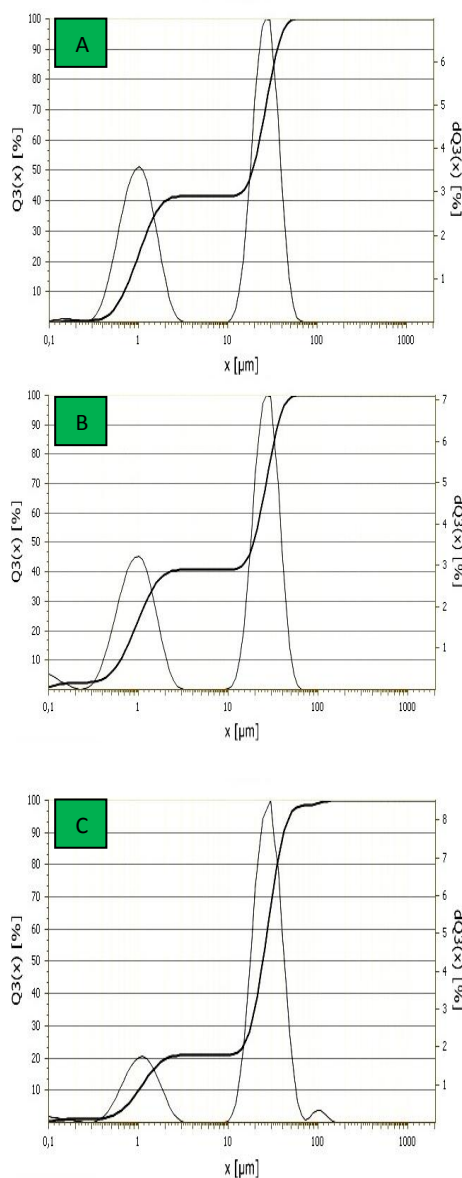
Secara visual, terlihat alumina yang dihasilkan berwarna putih sesuai dengan warna alami alumina dan memiliki tekstur yang lembut. Alumina basah ini selanjutnya dikeringkan dalam oven pada



Gambar 3. Alumina yang dihasilkan dari percobaan: (a). alumina basah, (b). alumina bubuk.

suhu 100°C sehingga didapatkan alumina kering. Alumina kering kemudian digerus untuk mendapatkan alumina bubuk seperti terlihat pada **Gambar 3b**.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa jumlah alumina yang diperoleh tidak sama, tergantung pada pH. Percobaan dengan pH 4 menghasilkan alumina sebanyak 1,26 gr, dengan pH 5 sebanyak 0,75 gr, dan dengan pH 6 sebanyak 0,59 gr. Hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa pH 4 merupakan pH optimum.



Gambar 4. Distribusi ukuran partikel sampel yang dibuat dengan pH yang berbeda (a). pH 4, (b). pH 5, (c). pH 6.

Ketiga sampel selanjutnya dikarakterisasi dengan metode *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk melihat apakah pH berpengaruh terhadap ukuran partikel. Grafik yang menunjukkan distribusi ukuran partikel sampel ditunjukkan pada **Gambar 4**.

Hasil karakterisasi seperti dalam **Gambar 4** menunjukkan bahwa ketiga sampel terdiri dari dua kelompok partikel dengan ukuran yang berbeda yakni $0,30\text{--}3,00\text{ }\mu\text{m}$ dan $10,00\text{--}80,00\text{ }\mu\text{m}$. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa dalam sampel yang dibuat dengan pH 4 (**Gambar 4a**), kelompok partikel dengan ukuran $0,30\text{--}3,00\text{ }\mu\text{m}$ memiliki jumlah relatif sebesar 40,11%, sampel yang dibuat dengan pH 5 (**Gambar 4b**) memiliki jumlah relatif sebesar 38,10%, dan sampel yang dibuat dengan pH 6 (**Gambar 4c**), memiliki jumlah relatif sebesar 19,49%. Untuk kelompok partikel yang kedua yakni dengan rentang ukuran partikel $10,00\text{--}70,00\text{ }\mu\text{m}$, hasil analisis menunjukkan jumlah relatif sebesar 58,49% untuk sampel yang dibuat dengan pH 4 (**Gambar 4a**), sebesar 59,30% untuk sampel yang dibuat dengan pH 5 (**Gambar 4b**), dan sebesar 77,66% untuk sampel yang dibuat dengan pH 6 (**Gambar 4c**).

Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa pH memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap jumlah relatif kelompok partikel, dimana pH yang lebih tinggi condong memacu peningkatan jumlah kelompok partikel dengan ukuran lebih besar.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode elektrokimia dapat digunakan untuk menghasilkan alumina langsung dari logam aluminium. Jumlah alumina yang dihasilkan dipengaruhi oleh pH, dimana semakin kecil pH, semakin banyak alumina yang terbentuk. Hasil

karakterisasi dengan PSA menunjukkan sampel terdiri dari dua kelompok partikel dengan rentang ukuran 0,30-3,00 μm , dan 10,00-70,00 μm , dengan jumlah relatif masing-masing kelompok yang berbeda, tergantung pada pH yang digunakan dalam percobaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia FMIPA UNILA untuk fasilitas laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-mamun, S. A., Nakajima, R., Zhu, X., Ishigaki, T. 2011. Generation of Alumina Nanoparticles by a Nanosecond Laser-Induced Liquid Plasma in Water. *Chemical Science and Technology*. Vol. 3, pp. 1-4.
- Amira International. (2001). Alumina Technology Roadmap and Nano devices in the United States. *Proceedings of the May Workshop*. Vol. 4, pp. 8-9.
- Araoyinbo, A.O., Noor, A.F.M., Sreekantan, S., and Aziz, A. (2010). Voltage Effect on Electrochemical Anodization of Aluminum at Ambient Temperature. *International Journal of Mechanical and Materials Engineering (IJMME)*. Vol. 5, No. 1, pp. 53-58.
- Halim, A. (2010). Metode Sintesis Nano Partikel Alumina Menggunakan Flame Spray Pyrolysis. *Journal of Chemical Science*. Vol. 5, pp. 100-140.
- Hudson, L. K., Misra, C., Perrotta, J., Anthony J., Wefers, K., and Williams, F. S. (2002). Aluminum Oxide. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Wiley-VCH, Weinheim. Vol. 10, pp. 557.
- Kagaku, S., Shinji, F., Yasuaki, T., Hajime, M., Norifumi, A., Yoshiaki, T., Sumitomo. (2007). *Journal of Chemical Science*. Vol. 1, pp. 87-93.
- Natter, H., and Happelmann, R. (2003). Tailor-Made Nanomaterial Designed by Electrochemical Methods. *Journal of Electrochemica Acta*. Vol. 49, pp. 51-61.
- Pathak, L.C., Singh, T.B., Das, S., Verma, A.K., and Ramachandrarao, P. (2002). Effect of pH on the Combustion Synthesis of Nano Crystalline Alumina Powder. *Materials Letters*. Vol. 57, pp. 380-385.
- Rogajan, R., Andronesco E., Cristina G., Ștefan, S. (2011). Synthesis And Characterization Of Alumina Nano-Powder Obtained By Sol-Gel Method. *VASILE4 U.P.B. Science Bulletin*. Vol. 73, pp. 12-18.
- Tok, A.I.Y., Boey, F.Y.C., and Zhao, X.L. (2006). Novel Synthesis of Al_2O_3 Nano-Particles by Flame Spray Pyrolysis. *Journal of Materials Processing Technology*. Vol. 178, pp. 270-27.
- U.S. Geological Survey. (2013). Mineral Commodity Summaries Bauxites and Alumina.
- Wei, M., Dan, Z., and Kwang, L.C. (2006). Novel Synthesis of α -Alumina Hexagonal Nanoplatelets Using Electrostatic Spray Assisted Chemical Vapour Deposition. *Nanotechnology*. Vol. 17, pp. 181.
- Wu, J.M. (2001). Nano Sized Amorphous Alumina Particles Obtained by Ball Milling ZnO and Al Powder Mixture. *Journal of Material Science*. Vol. 48, pp. 324-330.