

Konversi Zink Dari Limbah Baterai Zn-C Menjadi Senyawa Seng Sulfat

Agustinus Ngatin, Rony Pasonang Sihombing*
Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia.
email: rony.pasonang.sihombing@polban.ac.id

Article history

Received: 2nd June 2021

Received in revised form:

3rd July 2021

Accepted: 13th December 2021

DOI:

10.17977/um0260v5i22021p013

Kata-kata kunci:

Adsorpsi,

Remazol red

Nanokomposit

Abstrak

Baterai seng-karbon terdiri dari seng (Zn) tempat karbon (C) yang diselubungi mangan dioksida (MnO_2) dan amonium klorida (NH_4Cl) yang berupa pasta. Baterai Zn-C merupakan baterai primer yang akhirnya akan dibuang sebagai limbah. Limbah baterai Zn-C mengandung limbah B3 yang membahayakan lingkungan. Untuk mengurangi limbah B3 ini dilakukan konversi pelat seng menjadi senyawa seng sulfat yang bermanfaat. Tujuan penelitian ini adalah menentukan jumlah asam sulfat yang diperlukan untuk mengkonversi pelat seng menjadi seng sulfat dan efisiensi persen hasilnya. Proses konversi meliputi *pre-treatment*, pelarutan seng dalam bervariasi konsentrasi asam sulfat (5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%) dalam volume 80 mL, pengadukan dengan 450 rpm, dan pemanasan, filtrasi, dan kristalisasi. Kristal seng sulfat hepta hidrat terbentuk pada suhu ruangan. Hasil maksimum dicapai pada konsentrasi asam sulfat 30% dengan rasio seng dan asam sulfat 1: 1 dengan sedikit asam sulfat berlebih. Kondisi di atas menghasilkan kristal $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ sekitar 18,39 gram. dengan efisiensi. 83,71%

Abstract

Zinc carbon battery consists of zinc (Zn) in which carbon (C) is covered with manganese dioxide (MnO_2) and ammonium chloride (NH_4Cl) in the form of a paste. The Zn-C battery is a primary battery which will eventually be disposed as a waste. Waste Zn-C batteries contain hazardous waste which is harmful to the environment. To reduce hazardous substance, a conversion of the zinc plate was carried out into a useful zinc sulfate compound. The aim of this study was to determine the amount of sulfuric acid required to convert zinc plates to zinc sulfate and the percent efficiency of yield. The conversion process included *pre-treatment*, dissolving zinc in various concentration of sulfuric acid (5%, 10%, 15%, 20%, 25%, and 30%) in a volume of 80 mL, stirring at 450 rpm, and heating, filtration, and crystallization. Zinc sulfate heptahydrate crystals were formed at room temperature. Maximum yields were achieved at a 30% sulfuric acid concentration with a 1:1 ratio of zinc to sulfuric acid with a small excess of sulfuric acid. Under these conditions, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ crystals produced was 18.39 grams with an efficiency of 83.71%.

PENDAHULUAN

Baterai seng-karbon (Zn-C) terdiri dari seng sebagai anoda, pasta yang menyelubungi karbon sebagai katoda adalah elektrolit yang mengandung MnO_2 , amonium klorida (NH_4Cl). Pemakaian baterai melibatkan reaksi oksidasi seng di anoda menjadi ion Zn^{2+} dan karbon (katoda) melibatkan reduksi MnO_2 menjadi Mn_2O_3 , sehingga dalam pasta terdapat senyawa Mn_2O_3 , $Zn(NH_3)_4Cl_2$, $Zn(NH_3)_4OHCl$ (Hidayat &

Suprpto, 2017). Baterai Zn-C adalah sel primer yang akhirnya menjadi limbah (Khor et al., 2018), saat arus listrik berhenti akibat reaksi oksidasi dan reduksi berhenti dan menyebabkan tegangan turun menjadi nol.

Limbah baterai Zn-C menyebabkan pencemaran lingkungan akibat mengandung limbah B3 dari seng dan mangan (Wisnuwijaya et al., 2017). Pencemaran akan terjadi apabila limbah jenis ini dibuang ke tanah dikarenakan pH

air dapat berubah dan berdampak negatif bagi lingkungan (Khan & Kurny, 2012). Untuk mencegah terjadinya pencemaran akibat limbah baterai Zn-C perlu dilakukan daur ulang dan dikonversi menjadi senyawa bermanfaat dan menaikkan nilai tambah. Karbon dapat dimanfaatkan untuk biogas *desulfurizer* (Hidayat & Suprpto, 2017). Nanokarbon (Nindhia et al., 2015) atau elektroda pada proses elektrolisis, limbah seng dimanfaatkan dan diubah menjadi senyawa seng seperti seng oksida (ZnO), seng sulfat (ZnSO₄), dan pastinya mengandung MnO₂ atau Mn₂O₃, dapat dikonversi menjadi mangan sulfat (MnSO₄) atau didaur ulang menjadi Mn secara elektrolisis (Hidayat & Suprpto, 2017).

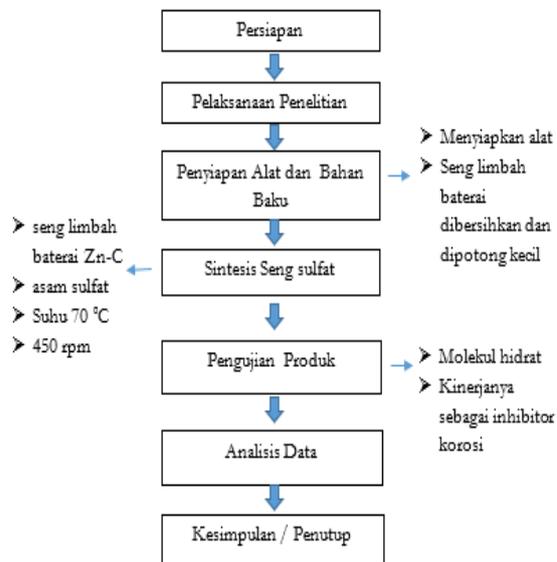
Konversi seng (Zn) dari limbah baterai Zn-C menjadi senyawa bermanfaat dengan proses leaching asam dapat mengekstrak 90% Zn (Maryam Sadeghi et al., 2017). Pada penelitian lain penggunaan asam sulfat dan asam sitrat menghasilkan 97% mangan dan 100% seng pada 1,8 M asam sulfat, 40 g/L asam sitrat, densitas 400 g/L pada suhu 40°C (Ferella et al., 2010), penggunaan asam sulfat 0,5-2 M dan hidrogen peroksida 30-50% dengan waktu 60 menit diperoleh Zn = 78,2-98,4% dan Mn = 63,1-87,2%. Penelitian ini bertujuan mengkonversi seng limbah baterai Zn-C menjadi seng sulfat dan mempelajari efisiensi konversinya. Seng sulfat dapat digunakan sebagai inhibitor korosi dan bahan aditif cat, dan bahan koagulan pada penjernihan air, dan bahan pewarnaan tekstil, mordan dalam zat warna, pembuatan rayon, pengawetan kayu, elektrolit larutan elektroplating, dan pembuatan senyawa seng lainnya. Seng sulfat juga digunakan sebagai suplemen makanan untuk mengatasi kekurangan seng pada tubuh manusia

Seng sulfat anhidrat merupakan kristal rombohedral tidak berwarna dengan indeks bias 1,658; densitas 3,8 g/cm³ pada 20°C ; terurai pada suhu 680°C; larut dalam air, metanol dan gliserol (Sds & Marine-usa, 2016). Seng sulfat heptahidrat (ZnSO₄•7H₂O) adalah kristal padat tidak berwarna, berbentuk rombohedral; indeks bias 1,457; densitas 1,957 g/cm³ pada suhu 25°C; melebur pada suhu 100°C; kehilangan molekul air pada suhu 280°C; terurai pada suhu 500°C; larut dalam air yaitu 96.5 g/100mL pada 20°C; larut dalam gliserol sekitar 40 g/100 mL; dan tidak larut dalam alkohol. Seng sulfat digunakan sebagai mordan dalam zat warna, pembuatan rayon, pengawetan kayu, elektrolit larutan elektroplating, dan pembuatan senyawa seng

lainnya. Seng sulfat juga digunakan sebagai untuk mengatasi permasalahan jumlah seng pada tubuh manusia dan juga berpengaruh pada pertumbuhan (Al-Bayati & Ali, 2019; J Susilo, S Fitriyah, 2007; Kurnianto et al., 2019). Aplikasi seng sulfat, terutama heptahidrat adalah sebagai koagulan dalam produksi rayon, prekursor untuk pigmen *lithopone* dan untuk persediaan seng dalam pakan ternak, pupuk, dan semprotan pertanian serta berfungsi untuk mengendalikan pertumbuhan lumut (Hamam et al, 2017; Rezamela et al., 2018).

METODE

Instumen penelitian meliputi reaktor berupa gelas kimia dilengkapi pengaduk dan alat pemanas, alat-alat gelas seperti corong dilengkapi kertas saring, oven digunakan untuk mengeringkan produk, neraca analitik, gelas kimia, pipet ukur, dan alat gelas lainnya. Bahan penelitian ini adalah limbah baterai Zn-C dan larutan asam sulfat sebagai pereaksi. Percobaan konversi seng pada baterai Zn-C menjadi senyawa seng sulfat mengikuti tahapan sesuai diagram alir Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis seng sulfat (ZnSO₄) dari limbah seng yang berasal baterai Zn-C bekas dimulai dari tahap persiapan anoda seng, proses sintesis dan analisis produk.

Persiapan Anoda Seng Baterai Zn-C

Proses persiapan dilakukan untuk mendapatkan pelat seng dengan kondisi bersih. Tanpa adanya pengotor, sebagai contoh adalah pasta elektrolit dan karbon. Proses ini, pelat seng dipisahkan dari seluruh komponen yang membungkusnya dan dibersihkan. Pengotor yang dibersihkan meliputi pasta elektrolit yang melekat pada lembaran seng bagian dalam dibersihkan menggunakan amplas dan dimasukkan ke dalam larutan HCl 1,0 M. Lembaran seng yang diperoleh dicuci, dikeringkan dan disimpan dalam plastik sampel. Lembaran seng kemudian dipotong menjadi ukuran kecil dengan tujuan untuk mempermudah proses sintesis seng sulfat dapat berlangsung dengan cepat (Andaka, 2011). Potongan lembaran seng ditunjukkan pada Gambar 2.



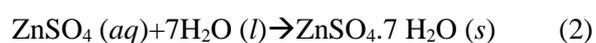
Gambar 2. Potongan lembaran seng

Proses Sintesis

Proses dilakukan dengan memasukkan potongan seng ke dalam larutan asam sulfat yang disertai pengadukan dengan laju putaran 450 rpm pada suhu 70 - 75°C. Selama proses sintesis terjadi reaksi yang ditunjukkan adanya gelembung gas hidrogen dan secara visual membentuk larutan berwarna abu-abu keruh dan semakin lama warna keruh menjadi bening. Hal ini menunjukkan bahwa seng bereaksi dengan larutan asam sulfat encer (Dieter.M.; 2005) sesuai reaksi :



Larutan jernih dan masih ada pengotor disaring dan menghasilkan filtrat. Filtratnya dipanaskan sampai membentuk larutan jenuh dan didinginkan terbentuk kristal (kristalisasi) berwarna putih seperti ditunjukkan pada Gambar 4, dan melibatkan reaksi;



Kristal yang terbentuk merupakan kristal yang berwarna putih dan dipisahkan melalui proses filtrasi, dikeringkan dan berubah menjadi kristal kecil-kecil yang berupa endapan putih (Gambar 3).



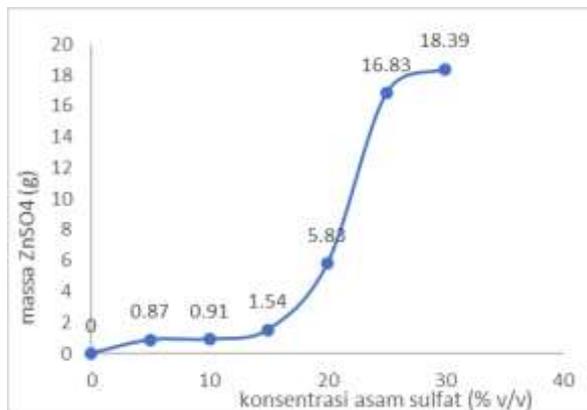
Gambar 3. Kristal Kristal $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Analisis Produk

Kristal berwarna putih yang dapat dilihat pada gambar 3 merupakan senyawa seng sulfat hepta hidrat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) dengan titik leleh sekitar 100°C bersifat higroskopis (Sds & Marine-usa, 2016). Hal ini dibuktikan dengan memanaskan produk sebanyak 1 gram selama 30 menit pada suhu 55 C dan kemudian ditimbang. Setelah ditimbang terjadi penurunan berat dan diperoleh perbandingan mol berat sisa dan berat hilang sebanyak 1:7 yang menunjukkan senyawa seng sulfat sebagai seng sulfat hepta hidrat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Seng sulfat hepta hidrat yang dihasilkan merupakan serbuk putih. Proses kristalisasi dilakukan pada suhu ruang (25°C – 30°C merupakan pembentukan kristal yang optimal (Li et al., 2017).

Pengaruh konsentrasi asam sulfat yang direaksikan dengan potongan seng bekas baterai Zn-C terhadap produk seng sulfat ditunjukkan pada Gambar 4. Data tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi asam sulfat semakin naik menghasilkan jumlah seng sulfat hepta hidrat semakin naik dan mencapai kondisi yang stabil. Hasil stabil disebabkan reaksi seng dengan asam sulfat mencapai kondisi yang secara stoikiometri mempunyai rasio yang sama yaitu 1 mol seng bereaksi dengan 1 mol asam sulfat. Konsentrasi asam sulfat 25% dan 30% sebagai pereaksi pembatas adalah seng dengan jumlah 0,0765 mol menghasilkan seng sulfat hepta hidrat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 16,83 gram dan 18,39 gram. Perbedaan hasil seng sulfat hepta hidrat disebabkan asam sulfat yang digunakan adalah asam sulfat teknis yang mempunyai kadar pengotor yang masih tinggi sehingga konsentrasi

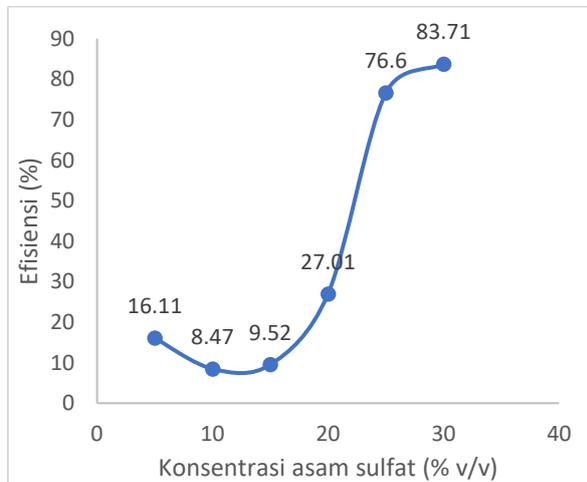
asam sulfat lebih tinggi bereaksi dalam jumlah lebih banyak dengan seng yang ditunjukkan hasil lebih tinggi meskipun secara stoikiometris atau teoritis menunjukkan jumlah mol yang sama yaitu 0,0765 mol.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi asam sulfat vs produk seng sulfat

Efisiensi proses sintesis seng sulfat hepta hidrat dihitung berdasarkan membandingkan hasil percobaan dengan hasil stoikiometris dengan persamaan:

$$eff = \frac{\text{berat percobaan}}{\text{berat stoikiometri}} \times 100\% \quad (3)$$



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi asam sulfat vs efisiensi proses

Pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap efisiensi proses ditunjukkan pada Gambar 5. Dari hasil sintesis seng sulfat hepta hidrat dihasilkan efisiensi semakin naik dengan konsentrasi asam sulfat semakin naik, dan mencapai kondisi yang maksimal pada saat rasio mol seng dengan asam sulfat secara stoikiometri adalah 1:1 dengan asam sulfat sedikit berlebih. Hal ini seperti ditunjukkan pada Gambar 5 pada

konsentrasi 25% dan 30% mempunyai sedikit perbedaan akibat asam sulfat yang 30% sedikit berlebih.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi asam sulfat menghasilkan jumlah seng sulfat hepta hidrat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) semakin meningkat dan peningkatan efisiensi proses mencapai maksimum pada rasio mol seng dan asam sulfat 1:1 dengan jumlah asam sulfat sedikit berlebih. Efisiensi proses sintesis seng sulfat hepta hidrat tertinggi pada penelitian ini dicapai 83,71 % dengan berat $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ adalah 18,39 gram. Hasil kristal $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ berwarna putih dengan titik leleh sekitar 61°C dan bersifat asam.

DAFTAR RUJUKAN

- Al-Bayati, H.J. M., & Ali, K. R. (2019). Effect of zinc sulphate application on quality of potato. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 32(Special Issue), 90–97.
- Andaka, G. (2011). Hidrolisis Ampas Tebu Menjadi Furfural dengan Katalisator Asam Sulfat. *Jurnal Teknologi*, 4(2), 180–188.
- Ferella, F., De Michelis, I., Beolchini, F., Innocenzi, V., & Vegliò, F. (2010). Extraction of zinc and manganese from alkaline and zinc-carbon spent batteries by citric-sulphuric acid solution. *International Journal of Chemical Engineering*, May 2014.
- Hidayat, M. I., & Suprpto, S. (2017). Pemisahan Mangan Dioksida (MnO_2) Dari Limbah Pasta Baterai dengan Metode Elektrolisis. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 6(2), 2–7.
- J Susilo, S Fitriyah, T. S. (2007). *Stabilitas Asam Ascorbat Dalam Kombinasi Dengan Seng Sulfat*. 2(4), 2–6.
- Khan, M. H., & Kurny, A. S. . (2012). Characterization of Spent Household Zinc-Carbon Dry Cell Batteries in the Process of Recovery of Value Metals. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 11(06), 641–651.
- Khor, A., Leung, P., Mohamed, M. R., Flox, C., Xu, Q., An, L., Wills, R. G. A., Morante, J. R., & Shah, A. A. (2018). Review of zinc-based hybrid flow batteries: From

- fundamentals to applications. *Materials Today Energy*, 8, 80–108.
- Kurnianto, J., WS, H., Prasetyowati, P., & HS, S. (2019). Pengaruh Suplementasi Seng Sulfat 40 mg/hr Selama 12 Minggu terhadap Kadar Sitokin proinflamasi TNF- α , IL-1 β dan IL-6 Pada Penderita Kusta Multi Basiler. In *Parapemikir : Jurnal Ilmiah Farmasi* (Vol. 8, Issue 1, p. 19).
- Li, B., Wang, X., Wei, Y., Wang, H., & Hu, G. (2017). Preparation of ZnSO₄·7H₂O using filter cake enriched in calcium and magnesium from the process of zinc hydrometallurgy. *Scientific Reports*, 7(1), 1–11.
- M. Hamam, B. Pujiasmanto, S. (2017). Peningkatan Hasil Padi (*Oryza sativa* L .) dan Kadar Zink dalam Beras melalui Aplikasi Zink Sulfat Heptahidrat Increasing Yield of Rice (*Oryza sativa* L .) and Zink Grain Concentration with the Zinc Sulfate Heptahydrate Application. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 45(3), 243–248.
- Maryam Sadeghi, S., Vanpeteghem, G., Neto, I. F. F., & Soares, H. M. V. M. (2017). Selective leaching of Zn from spent alkaline batteries using environmentally friendly approaches. *Waste Management*, 60, 696–705.
- Nindhia, T. G. T., Surata, I. W., Atmika, I. K. A., Negara, D. N. K. P., & Artana, I. P. G. (2015). Pembuatan Nanokarbon dengan Karbon Limbah Baterai untuk Aplikasi Elektroda Superkapasitor. *Journal of Clean Energy Technologies*, 3(2), 119–122.
- Rezamela, E., Rachmiati, Y., & Trikamulyana, T. (2018). Pengaruh Dosis dan Interval Pemupukan Zn-30% terhadap Produksi dan Komponen Hasil Tanaman. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 5(2), 87.
- Sds, C. R., & Marine-usa, D. (2016). *Zinc Sulfate*. June, 1–16.
- Wisnuwijaya, R. I., Purwanto, A., & Sunu Brams Dwandaru, W. (2017). UV-Visible Optical Absorbance of Graphene Oxide Synthesized from Zinc-Carbon Battery Waste via a Custom-Made Ultrasound Generator based on Liquid Sonication Exfoliation Method. *Makara Journal of Science*, 21(4), 175–181.