

## Pemisah ION Kalsium Dan Megnesium Dengan ION Litium Dari Konsetrat Brine Water Gunung Panjang Dengan Sodium Sulfat

Eko Sulistiyono<sup>1\*</sup> dan Ariyo Suharyanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pusat Riset Metalurgi, Badan Riset dan Inovasi Nasional  
Gedung 720 Management Centre – Kawasan Sains dan Teknologi BJ Habibie, Puspiptek Serpong  
\*Corresponding Author : eko221068@gmail.com

### Abstrak

Salah satu upaya untuk mendapatkan lithium dari *brine water* di Indonesia adalah memisahkan ion lithium dari pengotornya. *Brine water* dari Gunung Panjang memiliki potensi sumberdaya lithium di Indonesia, dengan kadar lithium 22,06 ppm. Pusat Riset Metalurgi – BRIN telah berhasil membuat konsentrat *brine water* dengan komposisi ion lithium 1.248 ppm, ion kalsium 22.710 ppm dan ion magnesium 14.892 ppm. Latar belakang penelitian adalah tingginya pengotor ion kalsium dan magnesium dari konsentrat *brine water* maka diperlukan pemilihan bahan pengendap yang tepat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas bahan pengendapan sodium sulfat dalam memisahkahn ion kalsium dan magnesium dengan ion lithium dari *brine water* Indonesia. Hasil percobaan menunjukkan perolehan lithium dalam filtrat cukup tinggi yaitu 95 %, namun proses presipitasi dengan sodium sulfat cukup rendah yaitu dibawah 50 %. Kemudian berdasarkan derajat pemisahan diperoleh menurunkan rasio Ca/Li dari 18,20 menjadi 6,26 dan Mg/Li turun 11,93 menjadi 9,21. Hasil terbaik diperoleh dengan penambahan sodium sulfat dengan konsentrasi 200 g/liter sebanyak 225 ml untuk setiap 400 ml konsentrat *brine water*.

**Kata kunci:** Proses Pengendapan, Sodium Sulfat, Lithium Ion, *Brine Water*

### Abstract

One of Indonesia's efforts to obtain lithium from brine water is to separate lithium ions from its impurities. Brine water from Gunung Panjang has the potential for lithium resources in Indonesia, with a lithium content of 22.06 ppm. The Metallurgical Research Center - BRIN has succeeded in making brine water concentrate with a composition of 1,248 ppm lithium ions, 22,710 ppm calcium ions and 14,892 ppm magnesium ions. The background of the study is the high calcium and magnesium ion impurities from the brine water concentrate, so it is necessary to select the right precipitant. The purpose of this study was to determine the effectiveness of sodium sulfate precipitant in separating calcium and magnesium ions with lithium ions from Indonesian brine water. The experiment results showed that lithium's recovery in the filtrate was quite high, namely 95%, but the precipitation process with sodium sulfate was quite low, namely below 50%. Then based on the degree of separation, it was obtained to reduce the Ca/Li ratio from 18.20 to 6.26 and Mg/Li decreased by 11.93 to 9.21. The best results were obtained by adding sodium sulfate with a concentration of 200 g/liter as much as 225 ml for every 400 ml of brine water concentrate.

**Keywords:** Precipitated Process, Sodium Sulphate, Lithium Ion, Brine Water

### PENDAHULUAN

Lithium karbonat merupakan salah satu bahan penting dalam pengembangan

kendaraan listrik. Hal ini karena bahan lithium karbonat menyumbang 35 % bahan untuk baterai lithium (Gunther Martin et al., 2017).

Seiring dengan perkembangan teknologi kendaraan listrik atau mobil listrik, terjadi peningkatan kebutuhan lithium di dunia diatas 6 %. Berdasarkan data konsumsi lithium tahun 2017 sebesar 43.000 metrik ton, diperkirakan meningkat menjadi 95.000 metrik ton tahun 2025 (Xianhui Li et al., 2019). Bahan baku untuk baterai lithium pada umumnya diambil dari sumberdaya alam dan sebagian dari sumberdaya sekunder yaitu baterai lithium bekas. Proses ekstraksi lithium untuk bahan baku baterai lithium dimulai dari proses bahan baku, leaching ion lithium, proses pemisahan ion pengotor dan pemurnian lithium karbonat (Pratima Meshram et al., 2014).

Indonesia sebagai negara yang berada dalam *Ring Of Fire* berada dalam posisi yang menguntungkan dalam hal sumberdaya mineral (Nugroho A.P., 2018). Demikian juga untuk mineral lithium di Indonesia telah terbukti terdapat lithium seperti di PLTP Dieng (Nugroho A.P et al., 2015), mata air panas Bledug Kuwu (Eko Sulistiyono et al., 2018) dan terdapat *bittern* dari air laut (F.E Yunita et al., 2020). Sumberdaya lithium dari Indonesia hingga saat ini belum dimanfaatkan sebagai bahan baku baterai lithium. Salah satu kendala utama adalah banyaknya ion pengotor terutama ion magnesium yang melebihi dari jumlah ion lithiumnya. Sumberdaya alam lithium dengan rasio Mg/Li diatas 40 sulit untuk diekstraksi karena diperlukan biaya sangat tinggi (Ye Zhang et al., 2019).

Salah satu tahapan terpenting pengolahan sumberdaya lithium dari *Brine Water* adalah proses presipitasi dengan bahan pengendap tertentu. Antara lain dengan bahan pengendap magnesium oksalat (Khuyen T Tran et al., 2013), magnesium ammonium fosfat (Lihua He et al., 2017), Aluminium *Based Material* (Liu X et al., 2020). Proses ekstraksi lithium dari sumberdaya alam di Indonesia yang telah dilakukan antara lain dari Bledug Kuwu dengan proses adsorpsi resin (M. Rohmah et al., 2020) dan presipitasi asam oksalat dan sodium karbonat (Eko Sulistiyono et al., 2018).

Pada penelitian ini, bahan baku *brine water* berasal dari sumber mata air panas Gunung Panjang. Sumber mata air panas dari Gunung Panjang adalah berasal dari sumber *Hydrogeo-chemical Zone* Ciseeng di kawasan Bogor (Ponka M.A et al., 2020). Sumber air

panas Gunung Panjang memiliki kadar lithium hanya 22,06 ppm, sedangkan kadar ion kalsium 2.127 ppm dan magnesium 475,30 ppm (Eko Sulistiyono et al., 2022). Oleh karena itu *brine water* dari Gunung Panjang ini pernah dilakukan penelitian pemanfaatan ion kalsium untuk bahan sumber kalsium (Latifa H.L et al., 2017). Karena kadar lithium nya rendah yaitu 22,06 ppm maka diusakan proses pemekatan *brine water* terlebih dahulu. Proses pemekatan dilakukan dalam dua tahap yaitu pemekatan dengan metode *Multi Layer Screen Evaporator* dan Rumah Prisma yang telah dipatenkan. Dari proses pemekatan diperoleh konsentrat *brine water* yang akan digunakan sebagai bahan baku percobaan.

Salah satu alternatif bahan presipitat yang diperkirakan mampu memisahkan ion lithium dari ion kalsium dan magnesium adalah sodium sulfat. Berdasarkan rasio Mg/li konsentrat yang dihasilkan dari proses pemekatan ini memiliki nilai rasio 11,93. Angka tersebut menunjukkan proses pemisahan dalam kategori sedang yaitu antara 20 – 40 (Ye Zhang et al., 2019). Sebagai perbandingan lithium dari *brine water* yang beroperasi komersial adalah di Atacama, Chile dengan rasio Mg/Li 6,4 (Zhao X et al., 2019).

## METODE

### Bahan Baku

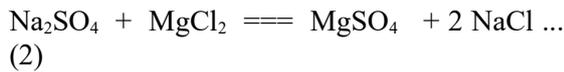
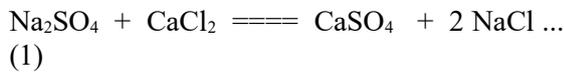
Bahan baku yang digunakan pada percobaan ini adalah konsentrat *Brine water*. Konsentrat tersebut diperoleh dari proses pemekatan *Brine Water* dari Gunung Panjang, Kecamatan Parung, Kabupaten Bogor. Hasil analisis yang telah dilakukan dengan metode ICP dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil Analisis ICP Konsentrat Brine Water Gunung Panjang.

No	Komposisi Ion	Kadar (ppm)
1	Lithium (Li)	1.428
2	Magnesium (Mg)	14.892
3	Sodium (Na)	27.384
4	Potassium (K)	10.485
5	Kalsium (Ca)	22.170
6	Boron (B)	1.817
8	Rasio Mg/Li	11,93
9	Rasio Ca/Li	18,20

### Metode Percobaan

Proses pemisahan ion magnesium dan ion kalsium dengan ion lithium dari brine water menggunakan bahan sodium sulfat. Reaksi presipitasi yang terjadi adalah raksi:



Bahan larutan sodium sulfat akan bereaksi dengan ion kalsium (1) membentuk endapan kalsium sulfat (Sarvesh S.S et al., 2022) dan reaksi (2) membentuk senyawa magnesium sulfat. Disamping dua reaksi pembentukan senyawa sulfat diatas , ada kemungkinan terjadi reaksi kompleks dengan ion lithium (Liu X et al., 2018), sebagai berikut:



Berdasarkan reaksi (3) ada kemungkinan lithium dalam filtrat akan berkurang karena ikut mengendap membentuk padatan lithium sulfat. Hal ini akan mengurangi efektivitas proses pemisahan ion lithium dengan ion kalsium dan magnesium pada konsentrat *brine water*.

Metode percobaan secara garis besar tergambar pada Gambar 1 sebagai berikut;



**Gambar 1.** Diagram Alir Percobaan

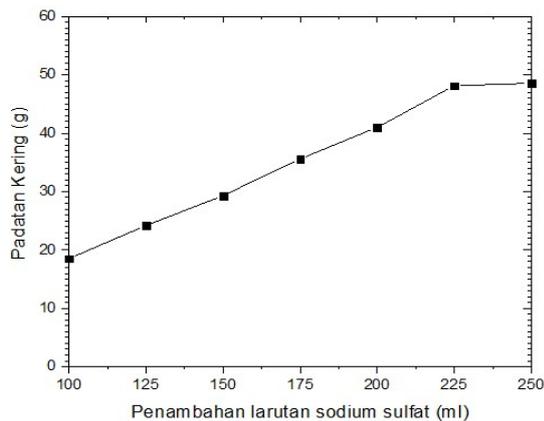
Berdasarkan Gambar 1, percobaan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Percobaan proses pengendapan dengan bahan pengendap sodium sulfat dilakukan pada temperatur kamar, tanpa pemanasan. Percobaan dilakukan dengan menambahkan 400 ml konsentrat *brine water* dalam *beaker glass* ukuran 1.000 ml.
2. Penambahan larutan sodium sulfat dengan konsentrasi 200 g/ liter dengan variabel penambahan 100 ml, 125 ml, 150 ml, 175 ml, 200 ml, 225 ml dan 250 ml.
3. Proses pengendapan sodium sulfat dilakukan dalam waktu 10 menit dengan kecepatan pengadukan dibuat tetap 300 rpm.
4. Setelah terbentuk endapan putih, kemudian endapan tersebut disaring sehingga diperoleh padatan basah dan filtrat. Filtrat selanjutnya dilakukan analisa ICP untuk mengetahui kadar ion dalam filtrat terutama ion lithium.
5. Padatan basah tersebut selanjutnya di cuci dengan air sebanyak 200 ml dengan waktu pencucian 30 menit. Hasil dari proses pencucian selanjutnya dilakukan analisis ICP untuk melihat lithium dalam filtrat hasil pencucian.
6. Padatan kemudian dikeringkan selama 6 jam ada temperatur 110°C dalam oven. Hasil proses pengeringan selanjutnya ditimbang sehingga diperoleh berat padatan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

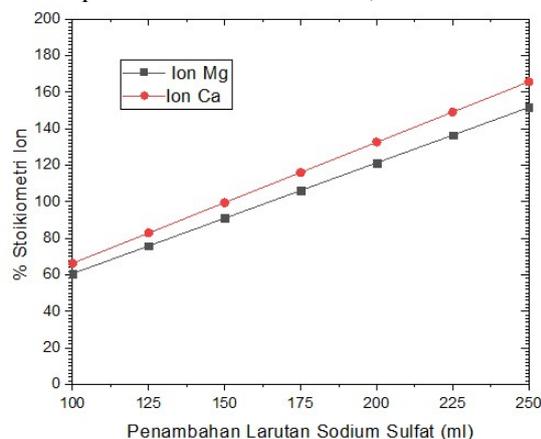
### Penambahan Sodium Sulfat

Dari hasil percobaan pengendapan dengan menggunakan bahan pengendap sodium sulfat terlihat semakin banyak larutan yang ditambahkan maka semakin banyak jumlah padatan yang terbentuk. Hasil percobaan proses pengendapan dapat dilihat pada Gambar 2;



**Gambar 2.** Perolehan padatan setelah padatan dikeringkan dalam oven.

Berdasarkan hasil percobaan yang ditunjukkan pada Gambar 2, terlihat bahwa pada rentang penambahan sodium sulfat 225 ml sampai 250 ml padatan yang diperoleh relatif tetap. Pada penambahan 100 ml larutan sodium sulfat hanya menghasilkan padatan 18,53 g dan meningkat menjadi 48,14 pada penambahan 225 ml larutan sodium sulfat. Pada penambahan sodium sulfat 250 ml, berat padatan yang diperoleh 48,55 g. Dengan melihat data tersebut diatas maka penambahan larutan sodium sulfat diatas 250 ml per 400 ml konsentrat *brine water* sudah tidak efektif mengendapkan ion pengotor. Berdasarkan perhitungan stoikiometri ion pengotor kalsium dan magnesium menunjukkan penambahan diatas 175 ml sudah cukup memadai karena sudah diatas 100 % stoikiometri. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah;

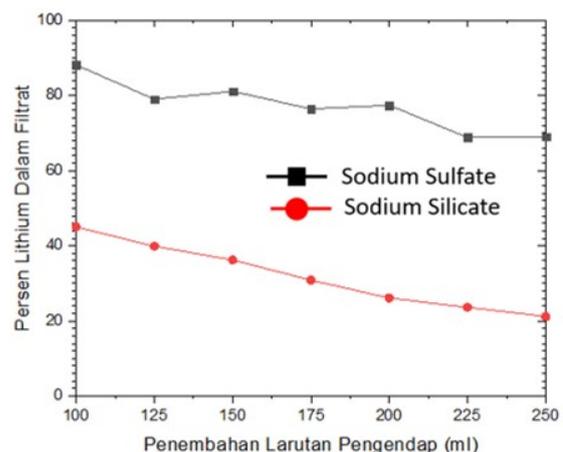


**Gambar 3.** Perbandingan stoikiometri ion pengotor pada konsentrat *brine water*.

### Perolehan Lithium Dalam Filtrat

Pada penelitian ini proses pemisahan ion pengotor yaitu ion kalsium dan magnesium dalam filtrat *brine water* dengan ion lithium. Pada percobaan ini ion lithium diperhankan berada dalam filtrat kemudian ion kalsium dan magnesium mengendap membentuk senyawa baru bergantung daripada bahan pengendapnya. Jika bahan pengendap sodium sulfat maka bahan diendapkan kalsium sulfat, demikian juga jika bahan yang digunakan sodium silikat maka bahan yang mengendap adalah sodium silikat.

Pada Gambar 4 dibawah ini terlihat bahwa bahan pengendap sodium sulfat menghasilkan perolehan lithium yang lebih tinggi daripada jika menggunakan sodium silikat. Dalam percobaan ini sodium sulfat jika direaksikan dengan *brine water* menghasilkan kalsium dan magnesium sulfat yang mengendap. Dengan melihat hal tersebut pada filtrat terjadi penurunan kadar lithium setelah proses presipitasi diduga lithium terbawa dalam padatan karena terjebak padalam padatan. Pada proses pengendapan dengan bahan sodium sulfat diduga terjadi reaksi (3). Dalam reaksi tersebut diduga dihasilkan lithium sulfat, yang memiliki kelarutan yang rendah. Berdasarkan perolehan lithium pada filtrat maka proses presipitasi dengan sodium sulfat lebih daripada sodium silikat. Terlihat pada penambahan 100 ml larutan sodium sulfat perolehan lithium cukup tinggi yaitu 88 % sedangkan sodium silikat hanya 45 % , kemudian pada penambahan maksimal 250 ml larutan perolehan lithium pada sodium sulfat 69 % dan Sodium silikat turun menjadi hanya 21 %.



**Gambar 4.** Perbandingan perolehan ion lithium pada filtrat hasil presipitasi antara

sodium sulfat dengan sodium silikat dari hasil percobaan sebelumnya (Eko Sulistiyono et al., 2022)

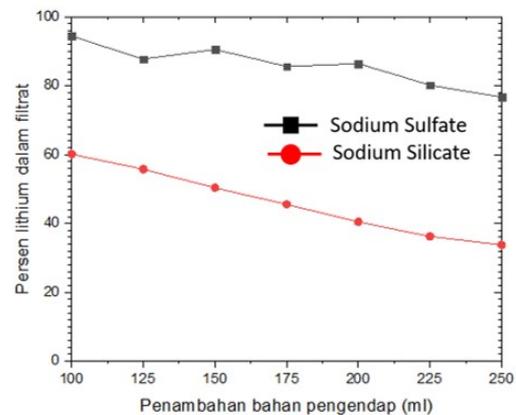
Pada proses presipitasi *brine water* dengan menggunakan bahan sodium silikat, terjadi penurunan konsentrasi lithium yang cukup tinggi. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya lithium diduga terserap dalam padatan magnesium dan kalsium silikat karena padatan silikat membentuk struktur hectorite. Oleh karena itu direkomendasikan proses presipitasi dilakukan sebelum dilakukan proses pemekatan atau menggunakan bahan pengendap yang lain jika untuk *brine water* yang sudah dipekatkan (Eko Sulistiyono et al., 2022).

### Hasil Proses Pencucian Residu Padatan

Setelah dilakukan proses presipitasi dan diperoleh hasil samping limbah padatan. Limbah padatan tersebut kemudian dicuci dengan 200 ml air bersih dengan waktu pencucian 30 menit pada temperatur kamar. Hasil proses pencucian setelah dianalisa ternyata mengandung ion lithium, kemudian jika ditambahkan bersama filtrat akan meningkatkan perolehan lithium.

Dari hasil percobaan pencucian terlihat bahwa dengan penambahan proses pencucian dapat meningkatkan perolehan lithium dalam filtrat. Penambahan ion lithium yang ditambahkan dalam filtrat, pada proses pengendapan sodium sulfat sebanyak 100 ml larutan sodium sulfat adalah dari 88 % menjadi 94 %. Kemudian pada penambahan sodium sulfat sebanyak 250 ml terjadi peningkatan kadar lithium dari 69 % menjadi 76 %. Peningkatan kadar lithium yang meningkat dengan persentasi yang tinggi menunjukkan bahwa lithium yang masuk dalam padatan tidak membentuk ikatan seperti halnya pada proses pengendapan sodium silikat. Pada proses pengendapan sodium silikat peningkatan kadar kadar lithium tidak begitu tinggi. Pada penambahan 100 ml larutan sodium silikat, proses pencucian mampu meningkatkan perolehan perolehan lithium dari 45 % menjadi 60 %. Kemudian dengan penambahan 250 ml, peningkatan kadar lithium meningkat dari 21 % menjadi 33 %. Sehingga hasil kesimpulan penelitian sebelumnya proses pengendapan *brine water* dari Gunung Panjang tidak baik untuk

konsentrat yang telah dipekatkan. Proses presipitasi sodium silikat lebih baik sebelum dipekatkan (Eko Sulistiyono et al., 2022).

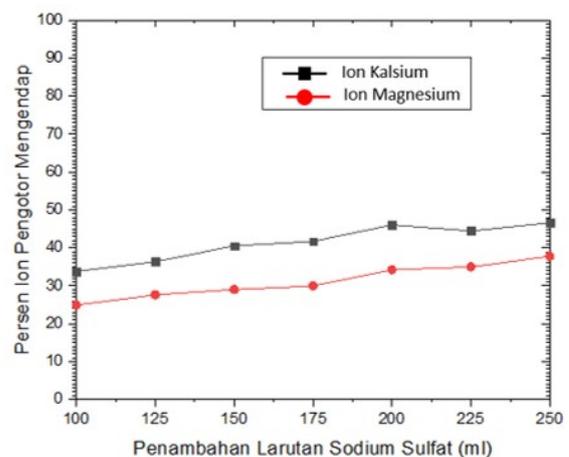


**Gambar 5.** Perbandingan perolehan lithium pada filtrat hasil presipitasi ditambah dengan perolehan hasil pencucian pada residu padatan antara sodium sulfat dengan sodium silikat dari hasil percobaan sebelumnya (Eko Sulistiyono et al., 2022).

### Proses Pengendapan Pada Ion Kalsium dan Magnesium

Proses pemisahan ion magnesium dan kalsium dengan ion lithium pada *brine water* didasarkan pada proses pengendapan. Pada proses ini, ion magnesium dan kalsium diendapkan dengan bahan pengendap dan ion lithium tetap dalam filtrat. Proses pemisahan ini dikenal dengan proses presipitasi ion pengotor dalam *brine water* (Ye Zhang et al., 2019).

Dalam percobaan ini, proses presipitasi menggunakan bahan sodium sulfat. Hasil percobaan presipitasi dengan sodium sulfat dapat dilihat pada Gambar 6 sebagai berikut:



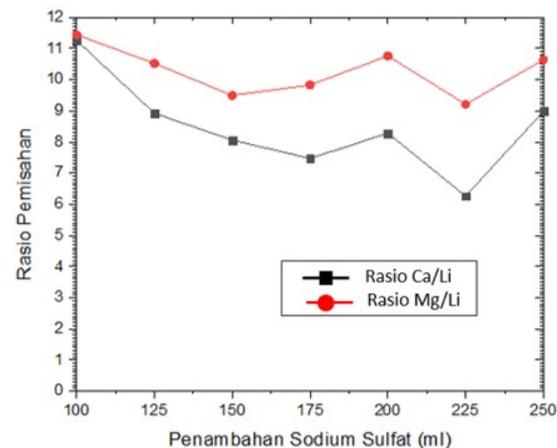
**Gambar 6.** Prosentasi ion magnesium dan ion kalsium yang berhasil terendapkan dalam proses presipitasi sodium sulfat

Berdasarkan hasil percobaan pada Gambar 6 terlihat bahwa ion magnesium dan ion kalsium hanya berhasil diendapkan di bawah 50 %. Proses presipitasi dengan sodium sulfat hasil terbaik terhadap pengendapan ion kalsium adalah pada penambahan sodium sulfat 200 ml mampu mengendapkan 46,02 % dari 22.710 ppm ion kalsium. Pada penambahan 250 ml larutan sodium sulfat mampu mengendapkan 46,54 % dari 22.710 ppm ion kalsium. Pada pengendapan magnesium hasil terbaik tercapai pada penambahan 250 ml larutan sodium sulfat yaitu mengendapkan ion magnesium maksimal 37,76 % dari 14.8892 ppm ion magnesium. Berdasarkan hasil percobaan tersebut proses pemisahan ion kalsium dan magnesium dari lithium pada konsentrat *brine water* dari Gunung Panjang dengan sodium sulfat belum berhasil dengan baik.

#### Derajat Pemisahan Ion Pengotor dengan Ion Lithium

Salah sdatu indikator dari proses pemisahan ion pengotor terhadap ion lithium dari sumberdaya lithium baik berupa *brine water* atau sumber yang lain adalah derajat pemisahan atau *efektivitas sparation process*. Derajat pemisahan dalam proses pemisahan ion lithium dengan pengotor adalah Rasio Mg/Li. (Ye Zhang et al., 2019). Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan konsentrat brine water dari Gunung Panjang dengan Rasio Mg/Li adalah 11,93 dan Rasio Ca/Li adalah 18,20 (Tabel 1).

Setelah dilakukan proses presipitasi dengan menggunakan bahan sodium sulfat menunjukkan penurunan Rasio Mg/Li dan Ca/Li. Hasil percobaan dapat dilihat pada Gambar 7 Sebagai berikut:



**Gambar 7.** Rasio Ca/Li dan rasio Mg/Li pada proses presipitasi sodium sulfat pada konsentrat *brine water* dari Gunung Panjang

Dari hasil percobaan pada Gambar 7 diatas terlihat bahwa proses presipitasi dengan menggunakan sodium sulfat belum berhasil dengan baik hal ini dapat dilihat dari penurunan rasio Ca/Li dari bahan baku yaitu 18,20 menjadi hanya kisaran antara 6,26 sampai 11,26. Demikian juga dengan penurunan rasio Mg/Li dari 11,93 menjadi kisaran antara 9,21-11,44. Dari hasil percobaan pada Gambar 7 terlihat bahwa penurunan rasio yang terbaik adalah pada penambahan sodium sulfat 225 ml. Pada titik tersebut rasio Ca/Li adalah 6,25 dan Mg/Li adalah 9,21. Secara keseluruhan proses presipitasi dengan sodium sulfat berdasarkan penurunan rasio lebih berhasil pada penurunan rasio Ca/Li daripada Mg/Li. Dapat disimpulkan pada proses presipitasi dengan sodium sulfat lebih sukses pada proses pemisahan ion kalsium daripada ion magnesium. Hasil terbaik berdasarkan rendahnya rasio Ca/Li dan Mg/Li adalah pada penambahan sodium sulfat dengan konsentrasi 200 g/liter sebanyak 225 ml setiap 400 ml konsentrat *brine water* Gunung Panjang.

#### SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil percobaan pemisahan ion kalsium dan magnesium dengan ion lithium pada konsentrat *Brine Water* Gunung Panjang dengan menggunakan bahan presipitasi sodium sulfat masih perlu disempurnakan. Dari segi perolehan lithium dalam filtrat cukup tinggi yaitu 88 % dan meningkat menjadi 95

% jika ditambah proses pencucian padatan residu yang dihasilkan. Namun berdasarkan keberhasilan mengendapkan ion kalsium dan magnesium masih dibawah 50 % sehingga masih banyak ion kalsium dan magnesium dalam filtrat. Berdasarkan derajat pemisahan proses pemisahan dengan bahan sodium sulfat cukup rendah karena hanya berhasil menurunkan rasio Ca/Li dari 18,20 menjadi 6,26 dan rasio Mg/Li dari 11,93 menjadi 9,21. Hasil terbaik adalah pada penambahan larutan sodium sulfat dengan konsentrasi 200 g/liter sebanyak 225 ml per 400 ml konsentrat *brine water* Gunung Panjang.

Berdasarkan hasil tersebut maka langkah yang disarankan pemisahan ion lithium pada konsentrat *brine water* Gunung Panjang dengan proses presipitasi secara *multi stage*, atau dikombinasikan dengan reagen pengendap yang lain seperti sodium karbonat dan sodium silikat.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada pengelola kegiatan penelitian Prioritas Riset Nasional (PRN) Kegiatan Penelitian Baterai Lithium Merah-Putih tahun 2020, Nomor Kontrak 83/E1/PRN/2020 Tanggal 1 Juli 2020. Tahun pelaksanaan Riset PRN adalah selama 2 tahun yaitu 1 Juli 2020 sampai 1 Juli 2022.

#### DAFTAR PUSTAKA

Eko Sulistiyono, Latifa H. Lalasari, Wahyu M and Agus B. Prasetyo. 2018. *Study of lithium extraction from brine water, Bledug Kuwu, Indonesia, by the oxalic acid and carbonate sodium*. AIP Conference Proceedings, 1964 (May 2018).  
<https://doi.org/10.1063/1.5038289>

Eko Sulistiyono, Sri Harjanto, and Latifa H. Lalasari.2022. *Separation of Magnesium and Lithium from Brine Water and Bittern Using Sodium Silicate Precipitation Agent*. Resources. 2022.11.89 <https://doi.org/10.3390/resources1110089>.

Fariza Eka Yunita, Nadia C. Natasha, Eko Sulistiyono, Ahmad Risky Rhamdani,

Hadinata A dan Erlina Yustanti. 2020. *Time and Amplitude Effect on Nano Magnesium Oxide Synthesis from Bittern using Sonochemical Process*. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 858 (2020) 012045  
[doi:10.1088/1757-899X/858/1/012045](https://doi.org/10.1088/1757-899X/858/1/012045).

Gunther Martin, Lars Rentsch, Michael Höck, dan Martin Bertau. 2017. *Lithium market research – global supply, future demand, and price development*. Energy Storage Materials, 6 (August 2016), 171–179. <https://doi.org/10.1016/j.ensm.2016.11.004>.

Khuyen Thi Tran, Kyu Sung Han, Su Jin Kim, Myong Jun Kim, dan Tam Tran (2013). Recovery of magnesium from Uyuni salar brine as high-purity magnesium oxalate. Hydrometallurgy, 138, 93–99. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2013.05.013>.

Latifa H. Lalasari, Widowati M.K, Nadia C. Natasha, Eko Sulistiyono, dan Agus B. Prasetyo. 2017. *The Synthesis of Calcium salt from brine water by the partial evaporator and chemical precipitation*. IOP. Conf.Series: Materials Science Engineering. 176. 2017.012040 [doi: 10.1088/1757-899X/176/1/012040](https://doi.org/10.1088/1757-899X/176/1/012040).

Lihua He, Wenhua X, Yunfeng Song, Xuheng Liu dan Zhongwei Zhao.2017. *Selective removal of magnesium from a lithium-concentrated anolyte by magnesium ammonium phosphate precipitation*. Separation and Purification Technology. 187. 2017: 214-220.

Miftakhur Rohmah, Latifa Hanum Lalasari, Nadia C. N, Eko Sulistiyono, Florentinus F and Johny Wahyuadi Soedarsono.2020. *Adsorption Behavior of Alkali Metal (Na<sup>+</sup>, Li<sup>+</sup>, and K<sup>+</sup>) from Bledug Kuwu brine by Resin Adsorbent for Purification: pH and Flow Rate Parameter*. Oriental Journal Of Chemistry. ISSN: 0970-020 X, CODEN: OJCHEG, 2020, Vol. 36, No. (2): Pg. 273-279. DOI: <http://dx.doi.org/10.13005/ojc/360209>

Nugroho Agung Pambudi. 2018. *Geothermal power generation in Indonesia, a*

*country within the ring of fire: Current status, future development, and policy.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 81, Part 2, January 2018, Pages:2893-2901.

- Nugroho Agung Pambudi, Ryuichi Itoi , Rie Yamashiro, Boy Yoseph CSS Syah Alam, Loren Tusara, Saeid Jalilinasrabady , dan Jaelani Khasani 2015. *Geothermics: The behavior of silica in geothermal brine from Dieng geothermal power plant, Indonesia.* Geothermics, 54, 109–114. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2014.2.003>
- Pratima Meshram, Pandey B.D, dan Mankhand T.R (2014). *Extraction of lithium from primary and secondary sources by pre-treatment, leaching, and separation: A comprehensive review.* Hydrometallurgy, 150, 192–208. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2014.10.012> Review
- Sarvesh S, Sabris, Vickram V. Banakar, Porag R. Gogate, A. Raha, and Saurabh, 2022. *Reactive Crystallization of CaCl<sub>2</sub> and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in the presence of acoustic cavitation.* Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. Volume 170. January 2022, 108702, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cep.2021.108702>
- Xianhui Li, Yinghui Mo, Weihua Qing, Senlin Shao, Chuyang Y. Tang, and Jianxin Li. 2019. *Membrane-based technologies for lithium recovery from water lithium resources: A review.* Journal of Membrane Science, 591 January, 117317. doi: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2019.117317>
- Ye Zhang, Yuehua Hu, Li Wang, and Wei Sun 2019. *Systematic review of lithium extraction from salt-lake brines via precipitation approaches.* Minerals Engineering, 139 (July), 105868. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2019.105868>.