

Ekstraksi Magnesium pada Dolomit Menggunakan Pelarut Asam Fosfat

Muhammad Ulinuha^{1*)}, Adhitya Wikan Tyoso¹⁾, Ely Kurniati¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294, Indonesia

^{*)}Penulis Korespondensi: E-mail: ulin.satu1@gmail.com

Abstrak

Ekstraksi padat cair merupakan proses ekstraksi yang menggunakan pelarut untuk mengekstrak suatu senyawa yang ada dalam suatu padatan. seperti ekstraksi magnesium dari dolomit. Dolomit diketahui sebagai batuan mineral yang mengandung kalsium karbonat dan magnesium karbonat yang tersedia banyak di alam. Pemanfaatan kandungan magnesium pada dolomit akan menambah nilai guna dari batuan mineral tersebut. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh waktu ekstraksi dan konsentrasi pelarut terhadap perolehan magnesium. Pada penelitian ini digunakan variabel waktu ekstraksi yaitu selama 30 sampai 90 menit dan konsentrasi pelarut asam fosfat yaitu 10% sampai 30% dari persen volume. Metode yang digunakan adalah proses pengecilan ukuran dolomit, proses kalsinasi, proses ekstraksi kemudian proses kristalisasi. Dari proses kristalisasi diperoleh hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi asam fosfat yang digunakan, maka semakin tinggi massa padatan yang terbentuk. Setelah dilakukan uji analisa XRF dapat diambil kesimpulan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam fosfat yang digunakan, maka semakin banyak magnesium yang terekstrak.

Kata kunci : Ekstraksi; magnesium; dolomit; asam fosfat.

Abstract

Liquid solid extraction is an extraction process that uses a solvent to extract a compound that is in a solid. such as extraction of magnesium from dolomite. Dolomite is known as a mineral rock that contains calcium carbonate and magnesium carbonate which are widely available in nature. Utilization of the magnesium content in dolomite will add to the use value of these mineral rocks. The purpose of this study was to study the effect of extraction time and solvent concentration on magnesium yield. In this study, the variable extraction time was used for 30 to 90 minutes and the solvent concentration of phosphoric acid, namely 10% to 30% of the volume percent. The method used is the process of reducing the size of dolomite, calcination process, extraction process and then crystallization process. From the crystallization process, it was found that the higher the concentration of phosphoric acid used, the higher the solid mass formed. After doing the XRF analysis, it can be concluded that the higher the concentration of phosphoric acid used, the more magnesium is extracted.

Key Words : Extraction; magnesium; dolomite; phosphoric acid.

PENDAHULUAN

Dolomit merupakan mineral yang banyak terdapat di alam. kapur dolomit adalah kapur yang masuk kedalam kategori kapur karbonat. Kapur karbonat sendiri merupakan jenis kapur yang tanpa melalui proses pembakaran,

melainkan langsung melalui proses penggilingan untuk memperoleh ukuran partikel yang kecil^[1]. Dolomit mempunyai kekerasan 3,5 – 4 skala Moh's dan berat jenis 2,85, mineral ini mempunyai formula Ca.Mg (CO₃)₂. Mineral ini mengkristal dalam sistem trigonal-rombohedral, berwarna putih, kelabu

sampai merah jambu. Sebagai bahan galian bukan logam, mineral ini digunakan pada industri refraktori, semen khusus, fluks campuran logam, pupuk serta bahan baku penghasil magnesia [2]. Reaksi dolomit dengan asam juga memiliki manfaat, yaitu digunakan untuk netralisasi asam di dalam industri kimia, bahan dalam proyek restorasi aliran, dan sebagai *conditioner* tanah untuk pertanian. Selain itu, dolomit digunakan sumber magnesiumnya (MgO) untuk bahan aditif pakan ternak, agen sintering dan fluks dalam pengolahan logam, dan sebagai bahan baku produksi kaca, batu bata, dan keramik [3]. Kandungan magnesium pada dolomit juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuat monomagnesium fosfat yang berguna sebagai pengatur keasaman dan sebagai *nutrient* [4, 13].

Sebelum dilakukan proses ekstraksi, batuan dolomit melalui beberapa tahap preparasi, antara lain proses pengecilan ukuran partikel dan proses kalsinasi. Proses pengecilan ukuran partikel dolomit akan berguna ketika proses ekstraksi berlangsung, karena semakin kecil ukuran partikel dolomit maka semakin besar luas permukaan dolomit yang akan di ekstrak. Semakin luas ukuran partikel dolomit yang akan di ekstrak, maka semakin besar perpindahan analit yang dapat diekstrak [5]. Kalsinasi merupakan suatu proses pemanasan suatu batuan kapur dengan menggunakan sedikit atau tanpa oksigen untuk terjadinya proses dekomposisi thermal. Pada penelitian ini, proses kalsinasi batuan dolomit digunakan proses kalsinasi secara parsial, yaitu proses kalsinasi yang bertujuan untuk menguraikan magnesium karbonat menjadi magnesium oksida. Proses kalsinasi dalam dolomit terjadi dalam dua tahapan, yaitu penguraian $MgCO_3$ menjadi MgO, dilanjutkan penguraian $CaCO_3$ menjadi CaO, dan yang terakhir penguraian secara total [6].

Ekstraksi magnesium dari dolomit dengan pelarut asam fosfat merupakan proses ekstraksi padat-cair. Yaitu proses ekstraksi yang menggunakan pelarut untuk mengekstrak senyawa yang ada dalam suatu padatan. Senyawa yang diekstraksi dapat berupa analit yang akan dipisahkan dalam suatu matriks atau tidak jarang juga dapat berupa pemisahan

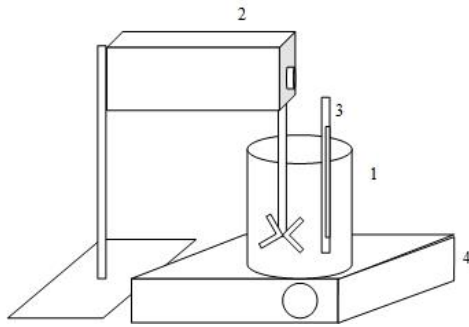
senyawa matriks spesifik dalam suatu sampel [5]. Pada penelitian ini, magnesium oksida yang dihasilkan dari proses kalsinasi akan bereaksi dengan asam fosfat dan membentuk monomagnesium fosfat yang terbawa dalam filtrat, sedangkan residu yang terbentuk adalah kalsium karbonat yang bereaksi dengan asam fosfat membentuk hydroxyapatite [4]. Ekstraksi magnesium pada dolomit juga dapat dilakukan menggunakan berbagai macam pelarut asam, seperti peneliti [7] yang menggunakan pelarut asam klorida dan asam sulfat yang dilakukan oleh peneliti [2]. Beberapa faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi magnesium dari dolomit antara lain kecepatan pengadukan, konsentrasi pelarut, rasio padatan dengan pelarut, Suhu dan waktu ekstraksi berlangsung [7]. Proses kristalisasi berfungsi untuk memperoleh kristal yang terkandung dalam filtrat. Karena kristalisasi juga merupakan proses pemisahan padatan dengan cairan, karena pada kristalisasi terjadi perpindahan massa solute dari larutan liquid ke padatan murni pada fasa kristal^[14]. Untuk mengetahui senyawa yang terkandung dalam komponen kristal, dilakukan uji analisa XRF. Spektrometer XRF adalah alat uji yang digunakan untuk analisis unsur yang terkandung dalam bahan secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis kualitatif memberikan informasi jenis unsur yang terkandung dalam bahan yang dianalisis, yang ditunjukkan oleh adanya spektrum unsur pada energi sinar-x karakteristiknya [8].

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bubuk dolomit lolos ayakan 50 mesh, asam fosfat dan juga aquadest.

Alat



Keterangan gambar :

1. Beaker glass 2 L
2. Motor pengaduk
3. Termometer
4. Plat Pemanas

Prosedur

Preparasi Dolomit

Mula-mula dilakukan tahap preparasi berupa pengecilan ukuran partikel pada batuan dolomit dengan cara menghaluskan pada alu dan mortar, kemudian dilakukan pengayakan dengan ayakan ukuran 50 mesh. Serbuk dolomit yang telah lolos ayakan dikumpulkan kemudian dilakukan proses kalsinasi dolomit. Proses kalsinasi dilakukan pada temperatur 700°C dan berlangsung selama 3 jam.

Ekstraksi Dolomit

Proses ekstraksi berlangsung dengan menggunakan 200 gram dolomit dan 800 ml asam fosfat, dengan konsentrasi pelarut dan waktu ekstraksi sesuai variabel penelitian. Kemudian dilakukan proses filtrasi untuk memisahkan filtrat dan residu. Filtrat yang diperoleh dikristalisasi untuk mendapatkan padatan kristal. Kemudian dilakukan analisa XRF pada kristal yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, sebelum sebelum dilakukan ekstraksi, bahan baku terlebih dahulu dilakukan analisa untuk mengetahui komposisi kandungannya. Setelah dianalisa diketahui dolomit mengandung komponen utama magnesium oksida sebesar 7,1% dan kalsium oksida sebesar 91,31%.

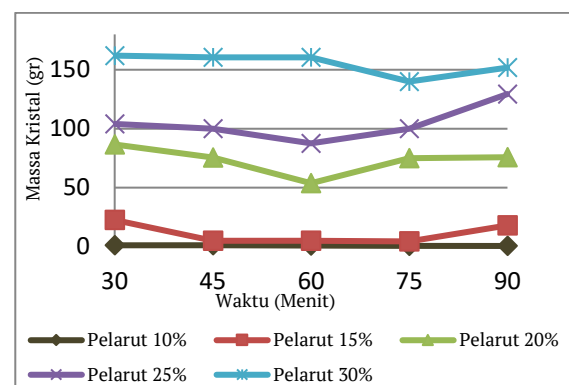
1. Hasil Pengamatan Proses Ekstraksi

Penelitian ini, mula-mula serbuk dolomit dengan rumus molekul $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ dilakukan proses kalsinasi pada temperatur 700°C. Hasil kalsinasi tersebut menunjukkan bahan baku dolomit menjadi lebih halus dan tampak lebih kering. Sulistiyono et al. (2015) menjelaskan terjadi pelepasan karbon dioksida dari senyawa MgCO_3 menjadi MgO pada rentang temperatur 510°C hingga 750°C. Selanjutnya dolomit yang telah terkalsinasi parsial tersebut dilakukan proses ekstraksi menggunakan pelarut asam fosfat. Hasil pengamatan saat proses ekstraksi berlangsung diketahui terbentuk gelembung gas CO_2 ketika bahan dolomit direaksikan dengan pelarut asam fosfat. Hal serupa juga terjadi pada penelitian Wahyudi (2010), ketika CaCO_3 bereaksi dengan asam akan menghasilkan gas CO_2 .

Untuk selanjutnya dilakukan proses filtrasi yang bertujuan memperoleh filtrat kemudian dilakukan kristalisasi agar diperoleh produk monomagnesium fosfat (Schrödter et al. 2012).

2. Perolehan Massa Kristalisasi

Pada gambar 1, menunjukkan korelasi antara waktu ekstraksi terhadap perolehan massa kristal pada berbagai konsentrasi asam fosfat. Terjadi kecenderungan kenaikan massa padatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam fosfat yang digunakan.



Gambar 1. Korelasi Antara Waktu Ekstraksi Terhadap Perolehan Massa Kristal.

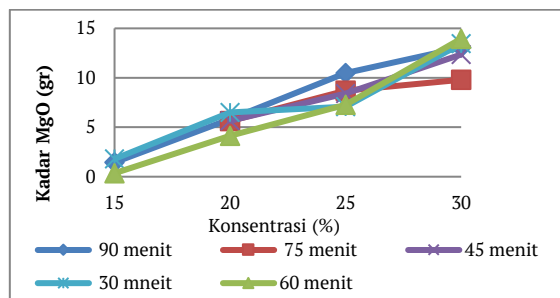
Diketahui bahwa konsentrasi berpengaruh terhadap jumlah massa yang terbentuk. Kenaikan jumlah perolehan massa

terhadap tiap kenaikan konsentrasi dapat terjadi akibat adanya peningkatan kandungan fosfor pentoksida yang semakin banyak. [9] menjelaskan bahwa kenaikan kadar P_2O_5 pada produk bertambah seiring meningkatnya kadar asam fosfat yang digunakan.

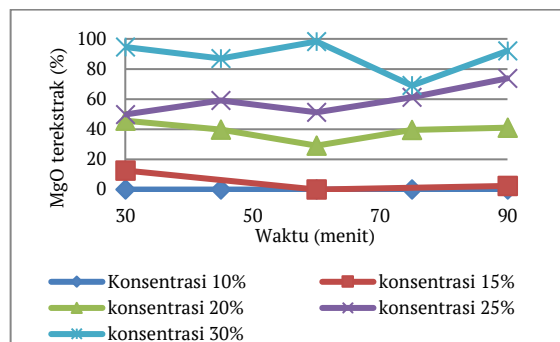
Secara keseluruhan dapat diamati terjadi kenaikan massa kristal yang terbentuk dan diperoleh massa terendah pada konsentrasi pelarut asam 10% dan tertinggi diperoleh pada konsentrasi pelarut asam fosfat 30%.

3. Pengaruh Variabel Yang Dijalankan terhadap Magnesium terekstrak

Gambar 2 menunjukkan korelasi antara konsentrasi pelarut asam fosfat yang digunakan pada berbagai variasi waktu terhadap kadar magnesium yang dihasilkan.



Gambar 2. Korelasi Antara konsentrasi pelarut Terhadap Perolehan Kadar MgO.



Gambar 3. Korelasi Antara Waktu Ekstraksi Terhadap MgO terekstrak.

Dari grafik tersebut diperoleh pengamatan bahwa semakin tinggi konsentrasi pelarut yang digunakan maka kadar magnesium yang terekstrak juga relatif meningkat. Hal tersebut sesuai dengan peneliti terdahulu yang melakukan ekstraksi magnesium menggunakan pelarut asam,

dimana hubungan antara konsentrasi pelarut mengalami kenaikan terhadap kadar magnesium terekstrak. Selain meningkatkan kadar magnesium, peningkatan konsentrasi pelarut asam yang digunakan juga menyebabkan meningkatnya kadar kalsium yang ikut terlarut [7][10]. Berdasarkan hasil yang diperoleh, konsentrasi pelarut asam fosfat 10% tidak mengandung kadar MgO karena tidak terbentuk padatan setelah dilakukan proses kristalisasi. Sedangkan pada konsentrasi 15% pada waktu ekstraksi 45 menit dan 75 menit tidak dapat diketahui kadar MgO karena massa sampel yang diperoleh kurang dari persyaratan analisa XRF.

Pada variasi konsentrasi pelarut yang lainnya, yaitu 15%; 20%; 25% dan 30% relatif mengalami kenaikan. Dari hasil penelitian juga dapat diketahui bahwa kadar magnesium tertinggi diperoleh pada konsentrasi pelarut 30% yaitu sebesar 98,2863% dengan massa MgO yang diperoleh sebesar 13,9567 gram. Hal tersebut dapat terjadi karena semakin bertambahnya konsentrasi pelarut yang digunakan, maka semakin banyak jumlah senyawa dalam pelarut yang dapat digunakan untuk mengikat senyawa magnesium dalam dolomit. Namun penggunaan konsentrasi yang lebih dari 30% perlu dipertimbangkan, karena semakin tinggi konsentrasi pelarut yang digunakan akan meningkatkan viskositas pelarut. Wilke and Chang memberikan korelasi empiris yang mana harga difusivitas solute kedalam pelarut akan menurun seiring dengan meningkatnya viskositas pelarut [11].

Korelasi antara waktu ekstraksi terhadap persentase perolehan kadar MgO diperoleh pengamatan persentase perolehan MgO yang fluktuatif. Dimana memang adanya hubungan antara waktu ekstraksi dengan persen perolehan MgO terekstrak menunjukkan adanya perubahan. Berdasarkan penjelasan dari hukum Fick tentang kecepatan ekstraksi pada ekstraksi padat cair, menunjukkan bahwa bertambahnya waktu ekstraksi akan mempengaruhi peningkatan kadar analit dalam pelarut. Pada penelitian ini tidak diperoleh hasil yang sesuai dengan teori yang mana bertambahnya waktu akan mempengaruhi peningkatan kadar magnesium

yang terekstrak. Penggunaan perbedaan jarak antar variasi waktu operasi yang besar tidak menunjukkan perbedaan hasil yang signifikan, namun tetap memberikan sebuah perubahan. Seperti yang disampaikan oleh peneliti [7]dimana terjadi kenaikan persen ekstraksi magnesium antara variasi waktu 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Sama dengan hal tersebut, pada penelitian ini yang menggunakan waktu operasi sampai 1,5 jam dengan jarak antar variasi waktu sebanyak 15 menit yang mana hasilnya menunjukkan perbedaan yang relatif rendah.

Penurunan kadar magnesium yang terekstrak dapat disebabkan oleh monomagnesium fosfat yang masih menempel pada produk samping hydroxyapatite, sehingga perlu dilakukan pencucian untuk meningkatkan prolehan produk magnesium [2].

Pada penelitian yang telah dilakukan, penurunan kadar MgO juga dapat terjadi dikarenakan temperatur yang tidak stabil ketika proses ekstraksi berlangsung. Mengutip penjelasan yang diberikan oleh [12], berdasarkan pada persamaan yang diberikan oleh hukum Arrhenius menunjukkan bahwa kebanyakan laju reaksi akan relatif meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur. Sehingga temperatur yang tidak stabil akan menyebabkan laju reaksi yang relatif tidak stabil dan menyebabkan kadar magnesium yang diperoleh juga fluktuatif. Temperatur juga berpengaruh terhadap harga difusivitas partikel solute ke dalam solvent, yang mana berdasarkan korelasi empiris difusivitas cairan yang diberikan oleh Wilke and Chang dimana harga difusivitas akan meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur [11].

SIMPULAN

Berdasarkan percobaan dan hasil analisa, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ekstraksi magnesium dari Dolomit dipengaruhi oleh konsentrasi pelarut asam fosfat dan waktu ekstraksi yang digunakan.
2. Dari data yang diperoleh dalam penelitian menunjukkan, semakin tinggi konsentrasi asam fosfat yang digunakan, maka semakin tinggi massa padatan yang terbentuk.

3. Dari proses ekstraksi yang telah dilakukan, diketahui komponen pada produk selain mengandung MgO dan P_2O_5 juga terdapat kandungan CaO.
4. Kadar MgO tertinggi diperoleh pada variasi waktu 60 menit dengan konsentrasi pelarut asam fosfat 30% dengan perolehan kadar magnesium terekstrak sebesar 98,2863% atau sebanyak 13,9567 gram.

SARAN

Disarankan untuk ntuk penelitian selanjutnya melakukan proses ekstraksi menggunakan variabel yang belum digunakan agar diperoleh perbandingan kadar magnesium yang didapat. Setelah uji XRF sebaiknya dilakukan uji lanjutan yang dapat digunakan untuk mengukur kadar $Mg_2P_2O_7$, Fluoride, arsenik dan kadar timbal sehingga dapat mengetahui kemurnian produk monomagnesium fosfat sesuai dengan standar baku mutu yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. P. Milda. (2019). *Kapur Pertanian dan Pengaplikasiannya*. Available : (<http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/78020/Kapur-Pertanian-dan-Pengaplikasiannya/>).
- [2] T. Wahyudi and B. A. Supriyano, "Uji Coba Pelarutan Dolomit Karo Dengan Asam Sulfat Menjadi Kiserit," *J. Teknol. Miner. dan Batubara*, vol. 6, no. 4, pp. 183–192, 2010.
- [3] King, Hobart M..2020. *Dolomite: A common rock-forming mineral and the primacy constituent of a sedimentary rock known as "dolostone*. Available : Dolomite Mineral | Uses and Properties (geology.com).
- [4] K. Schrödter, G. Bettermann, T. Staffel, F. Wahl, T. Klein, and T. Hofmann, "Phosphoric Acid and Phosphates," *Ullmann's Encycl. Ind. Chem.*, 2008, doi: 10.1002/14356007.a19_465.pub3.
- [5] S. Moldoveanu and V. David, *Solvent Extraction*, no. January 2016. 2015.
- [6] E. Sulistiyono, F. Firdiyono, N. C. Natasha, and D. Sufiandi, "PENGARUH

- U KURAN B UTIRAN T ERHADAP S TRUKTUR K RISTAL P ADA,” pp. 125–132, 2015.
- [7] A. Royani, E. Sulistiyono, A. B. Prasetyo, and R. Subagja, “Extraction of magnesium from calcined dolomite ore using hydrochloric acid leaching,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 1964, 2018, doi: 10.1063/1.5038299.
- [8] A. Jamaludin and D. Adiantoro, “Analisis Kerusakan X-Ray Fluoresence (XRF),” *PIN Pengelolaan Instal. Nukl.*, vol. V, no. 09–10, pp. 19–28, 2012, [Online]. Available: <http://jurnal.batan.go.id/index.php/pin/article/view/1130>.
- [9] F. S. Budi, A. Purbasari, " Pembuatan Pupuk Fosfat Dari Batuan Fosfat Alami Secara Acidulasi," *TEKNIK*, Vol. 30, 2009.
- [10] A. Royani, “Proses Pelarutan Bijih Dolomit Dalam Larutan Asam Klorida,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, no. November, pp. 2–6, 2016, [Online]. Available: jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek.
- [11] H. Utami and Azhar, *Buku Ajar Transfer Massa Dan Panas*. Bandar Lampung : Tekkim Publishing, 2017.
- [12] D. Irma Mon, “Kimia Fisika Kinetika Kimia.” pp. 91–98, 2012.
- [13] FAO JECFA. (2008). *Monomagnesium Phosphate* [Online]. Available : https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/monograph5/additive-507-m5.pdf&ved=2ahUKEwiL9erbp5_sAhWWQdn0KHRRkDTgQFjACegQIARAB&usg=AOvVaw2Xiry_54pofXjJW26mG64_&cshid=1601965302854.
- [14] Geankoplis, C.J..*Transport Processes and Unit Operations. 3rd Edition*. India: Asoke K. Ghosh, Prentice-Hall, 1993.
- [15] A. Royani and R. Subagja, "Extraction of Calcium from Calcined Dolomite Ore Using Hydrochloric Acid Leaching," *J. Teknologi Mineral Dan Batubara*. Vol 15, pp. 13-22, January 2019.