

Pengaruh *pre-treatment* pada ekstraksi silika sebagai studi awal pada pemanfaatan pozzolan di Sumatera Barat

Effect of pre-treatment on silica extraction as an initial study on pozzolan utilization in west sumatra

Erda R. Desfitri, Reni Desmiarti^{*}, Ellyta Sari, Putri N. Silaban, Suci R. Dhani, Ainun YA. Dalimunthe

Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta, Padang - Indonesia

**Email: renidesmiarti@gmail.com*

Abstrak

Sumatera Barat dikenal dengan alam yang sangat kaya oleh sumber daya mineral, salah satunya pozzolan (trass). Pozzolan adalah bahan yang mengandung senyawa silika dan alumina yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen. Kandungan silika yang tinggi pada pozzolan merupakan potensi untuk menjadikannya sebagai sumber silika yang bisa dimanfaatkan di berbagai industri. Untuk mendapatkan silika dengan tingkat kemurnian yang tinggi diperlukan proses ekstraksi. Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi dengan memperhatikan pengaruh kondisi operasi pada proses *pre-treatment* sebagai studi awal pada pemanfaatan pozzolan di Sumatera Barat. Tujuannya adalah untuk mendapatkan kondisi operasi yang optimum. Kondisi yang divariasikan pada penelitian ini adalah waktu, suhu dan jenis pelarut yang digunakan pada proses preparasi. Terhadap hasil ekstraksi dilakukan perhitungan jumlah yield dan analisis kandungan dengan menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF). Dari penelitian ini diperoleh kondisi terbaik pada proses *pre-treatment* adalah menggunakan aquadest bersuhu 100°C sebagai larutan pencuci dengan waktu perendaman 180 menit. Kondisi ini dapat menaikkan kadar silika dari 73,92% menjadi 82,06%.

Kata Kunci: silika, *pozzolan*, ekstraksi, XRF

Abstract

West Sumatra has abundant natural resources. One of them is pozzolan as a mineral resource. Pozzolan is a material that contains silica and alumina compounds that do not have binding properties like cement. The high silica content in pozzolans has the potential to make it a source of silica. Silica can be used in various industries. Silica can be obtained by the extraction process. This research has analyzed operating conditions' effect on the pre-treatment process as an initial study on the use of pozzolan in West Sumatra. The aim of this study is to get the optimum operating condition. The variable is time, temperature, and kind of solvent. The extraction results are calculated for the amount of yield and then content analysis by using X-Ray Fluorescence (XRF). This research found that the best condition for the preparation was using aquadest at 100 °C as a washing solution with a time of 180 minutes. This condition can increase the silica content from 73.92 % to 82.06 %.

Kata Kunci: silika, *pozzolan*, extraction, XRF

1. PENDAHULUAN

Silika (SiO_2) merupakan mineral yang banyak ditemui di kerak bumi yang biasanya ditemukan dalam bentuk pasir atau kuarsa. Penggunaan silika sangat luas dan beragam di berbagai industri. Satriawan, A., dkk (2021) memanfaatkan silika yang berasal dari abu terbang minyak kelapa sawit (*Palm Oil Fly Ash/POFA*) sebagai bahan baku untuk pengisian kertas. Adam, F., dkk (2012) memanfaatkan silika dari sekam padi sebagai katalis untuk imobilisasi logam transisi. Setiadji, S dkk., (2019) menggunakan silika yang berasal dari rumput gajah untuk pembuatan zeolit T. Mahaddilla & Putra, (2013) menggunakan silika yang berasal dari batu apung untuk pembuatan zeolit sintetis. Wang, B., dkk (2018) memanfaatkan silika untuk menghilangkan logam berat dari air limbah. Selain itu sudah umum diketahui bahwa silika adalah sumber utama dalam industri gelas, kaca dan keramik.

Silika bisa diperoleh dari berbagai sumber yang ada di alam. Hal ini juga sudah diteliti oleh beberapa peneliti sebelumnya. Setiadji, S., dkk (2019) mengekstraksi rumput gajah yang telah dikeringkan dan diabukan menggunakan pelarut NaOH 1M disertai dengan pemanasan pada temperature 150°C dan dinetralkan dengan H_2SO_4 3M. Dari percobaan ini diperoleh hasil ekstraksi silika dari rumput gajah sebesar 71,91%. Abu batubara (*Coal Fly Ash/CFA*) juga bisa digunakan sebagai sumber silika yang secara alami mengandung 59,38 % silika (Sutopo et al., 2021). Andarini, N., dkk. (2018) sebelum melakukan ekstraksi, abu batubara direfluks selama 2 jam dengan HCl 3% dan dikeringkan pada suhu 100°C selama 24 jam. Kemudian dilakukan ekstraksi menggunakan NaOH 3 M dan HCl 1 M. Persentase silika yang diperoleh berjumlah 79,72 %. Sumber lain mengatakan bahwa pozzolan merupakan sumber silika yang paling potensial. Pozzolan mempunyai kadar silika yang berkisar antara 53,88 % - 72,75 % (Seynou, M., dkk. 2016)

Pozzolan adalah suatu material yang berasal dari alam dan batuan. Sebagian besar kandungannya adalah silika dan alumina (Rodriguez-Camacho, E. & Uribe-Afif, R. 2002), (Massazza, F. 1993), (Kaid dkk., 2015) dan (Alp, dkk., 2009). Di Sumatera Barat terdapat sumber daya alam sekitar 110 juta ton potensi pozzolan yang tersebar di 4 wilayah (Dinas Sektor Pertambangan). Potensi tersebut cukup menjanjikan, namun masih belum dimanfaatkan dan di kelola dengan baik. Maka pengembangan sumber daya pozzolan di Indonesia khususnya di Sumatera Barat sudah waktunya dilakukan, sehingga apabila dikelola dan dimanfaatkan secara tepat akan meningkatkan perekonomian nasional (Nurzam dan Anaperta 2020).

Berdasarkan uraian di atas, terlihat bahwa pozzolan memiliki potensi sebagai sumber silika yang sangat kuat bila dibandingkan dengan sumber-sumber yang lain. Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan ekstraksi pada pozzolan dengan memperhatikan pengaruh kondisi operasi pada ekstraksi silika sebagai studi awal pada pemanfaatan pozzolan di Sumatera Barat. Tujuannya adalah untuk mendapatkan kondisi operasi yang optimum pada proses ekstraksi silika dari pozzolan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Sampel dan Bahan

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah pozzolan yang berasal dari bukit pozzolan yang berada di Nagari Koto Mambang Kampuang Tanjung Sungai Durian daerah Kabupaten Padang Pariaman. Berikut adalah gambar tempat pengambilan sampel.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Dari penelitian pendahuluan yang dilakukan, pozzolan di daerah ini mengandung silika dengan konsentrasi 73,92 % (Desfitri et al., 2022). Sedangkan bahan penunjang yang digunakan adalah NaOH 3M sebagai pelarut pada proses ekstraksi, HCl 2M sebagai penetral, aquadest dan air sungai sebagai larutan pencuci pada proses preparasi. Larutan pencuci pada proses *pre-treatment* ini bertujuan untuk menghilangkan pengotor organik yang ada dalam sampel pozzolan. Pemilihan air sungai sebagai larutan pencuci bertujuan untuk mendapatkan metode yang ekonomis dan aplikatif dengan bahan-bahan yang mudah ditemui secara alami. Air sungai yang digunakan berasal dari Sungai Pagang, Siteba, Kota Padang. Kondisi fisik air sungai tidak berbau dan agak jernih.

2. Preparasi Sampel

Sampel sebanyak 10 gram ditambahkan pelarut (aquadest dan air sungai masing-masing

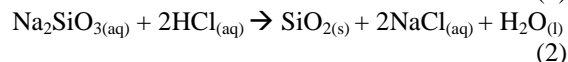
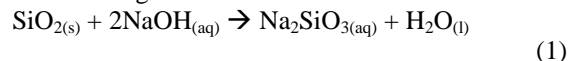
dengan suhu 100°C dan 25°C) dengan ratio sampel dan pelarut 1 : 10. Sampel yang sudah ditambahkan pelarut direndam dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit sambil sesekali diaduk. Kemudian sampel disaring untuk memisahkan larutan pencuci dengan filtrat. Residu diambil dan dikeringkan untuk dilanjutkan ke tahap ekstraksi.

2.3. Ekstraksi

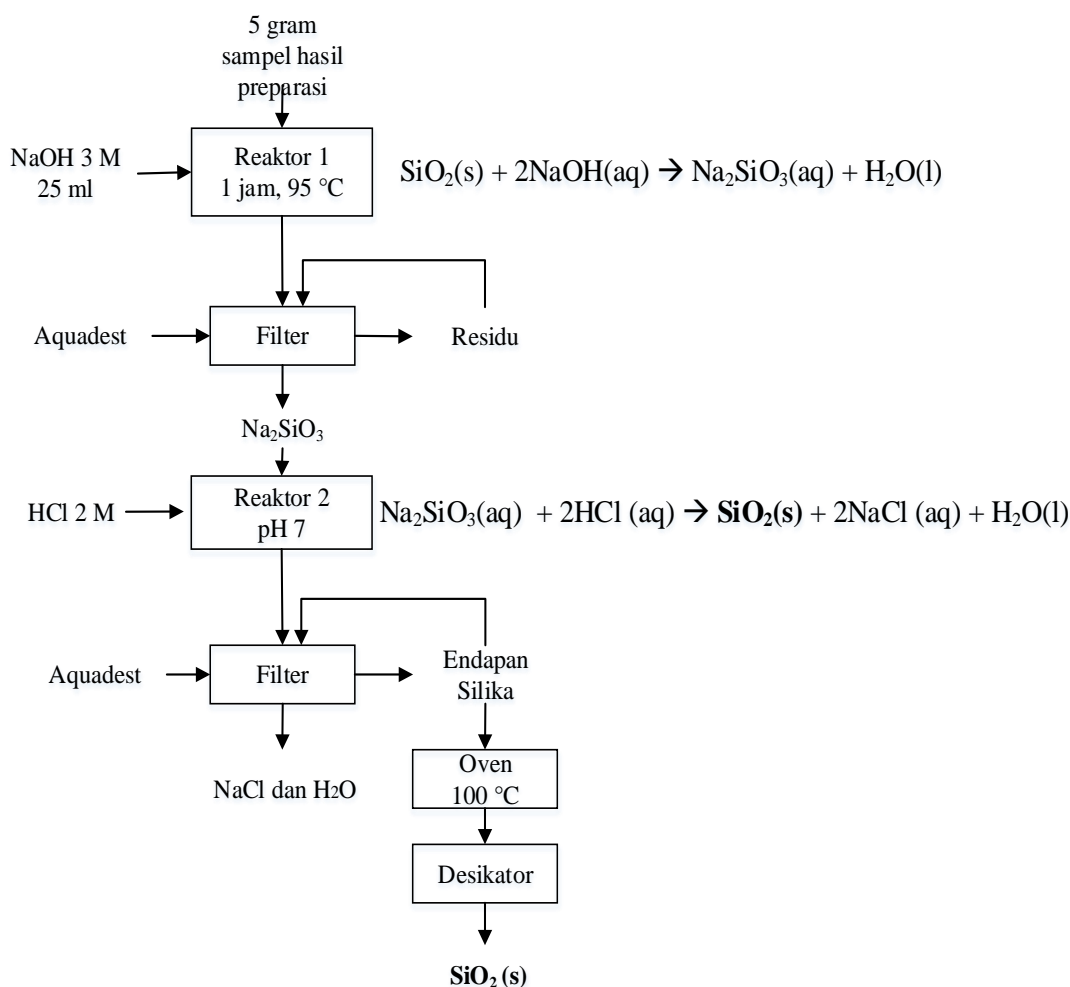
Sampel yang sudah selesai dipreparasi, ditimbang sejumlah 5 gram kemudian ditambahkan pelarut NaOH 3 M sebanyak 25 mL. Setelah itu diekstraksi sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan selama 1 jam pada suhu 95°C. Setelah proses ekstraksi selesai dipisahkan antara

filtrat dengan residu. Filtrat yang diperoleh ditambahkan HCl 2 M sampai pH netral. Kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan endapan dengan larutan. Endapan yang diperoleh dicuci dengan aquadest, kemudian dikeringkan dan dianalisis.

Reaksi yang terjadi selama proses ekstraksi adalah sebagai berikut:



Tahapan pembentukan Silika pada proses ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Pembentukan Silika Pada Proses Ekstraksi

2.4. Analisis

Hasil ekstraksi yang diperoleh dihitung jumlah yield dan dianalisis kemurniannya menggunakan X-ray Fluorescence (XRF). Jumlah % yield dihitung dengan menggunakan Persamaan 3. Sedangkan komposisinya dianalisis dengan

menggunakan XRF. Uji XRF ini dilakukan di laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Dari data yang diperoleh dapat diketahui kandungan mineral hasil ekstraksi dan kadar silika.

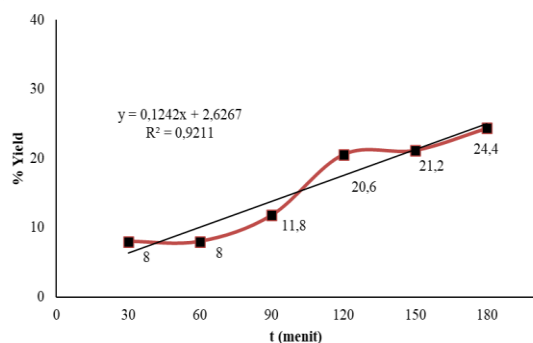
$$\% \text{ Yield} = \frac{\text{Jumlah Produk}}{\text{Jumlah Sampel}} \times 100 \% \quad (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setiap perlakuan yang berbeda terhadap sampel akan memberikan hasil yang berbeda pula. Rosalin, dkk., (2019) menganalisis pengaruh metode *pre-treatment* pada proses ekstraksi biosilika dari sekam padi dengan menggunakan aquadest panas. Pada penelitian ini digunakan aquadest dan air sungai dengan suhu masing-masing 100°C dan 25°C.

3.1. Pengaruh Waktu Terhadap % Yield

Waktu adalah salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dalam suatu proses. Pada penelitian ini dilakukan analisis pengaruh waktu perendaman selama pencucian terhadap % yield silika yang diperoleh setelah ekstraksi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



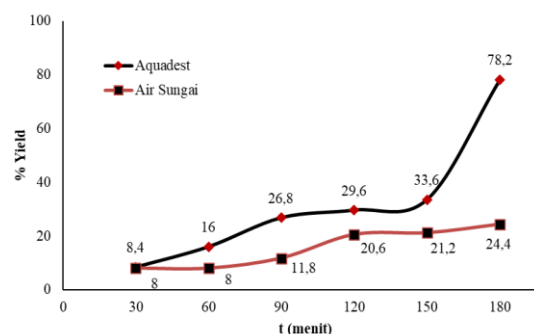
Gambar 3. Pengaruh Waktu Pencucian Terhadap % Yield

Kenaikan waktu perendaman selama pencucian dapat menaikkan % yield seperti yang terlihat pada Gambar 2. Pada waktu 30 dan 60 menit belum terjadi perubahan % yield yang diperoleh. Namun, setelah 60 menit % yield meningkat secara signifikan. Waktu perendaman pada pencucian berbanding lurus dengan % yield. Hasil maksimal diperoleh pada waktu yang maksimal di menit 180 dengan hasil 24,4 %. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya tentang pengaruh lama waktu perendaman terhadap kekentalan ekstrak dengan menggunakan variasi waktu 24, 46, dan 72 jam yang mendapatkan hasil maksimal pada 72 jam (Handoyo, 2020). Kenaikan signifikan ditandai dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9211. Menurut Chin dan Marcoulides (1998), nilai R^2 dikategorikan kuat apabila lebih dari 0,67, kategori sedang jika bernilai dari 0,33-0,66 dan lemah apabila bernilai 0,19-0,32.

3.2. Perbandingan Jenis Pelarut Terhadap % Yield

Jenis pelarut yang digunakan pada proses preparasi adalah salah satu faktor yang berpengaruh

terhadap hasil yang diperoleh (Verdiana dkk., 2018). Pada penelitian ini pelarut yang dibandingkan adalah aquadest dan air sungai. Perbandingan ini bertujuan untuk melihat perbedaan hasil dengan jenis pelarut yang sama namun memiliki tingkat kebersihan yang berbeda. Hasil dari penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh Jenis Larutan Pencuci Terhadap % Yield

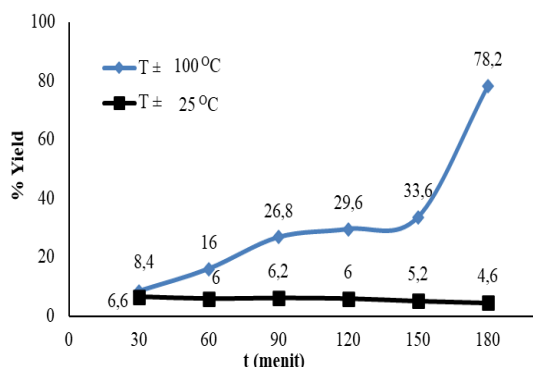
Gambar 4 menunjukkan pada waktu yang sama namun menggunakan pelarut yang berbeda % yield yang diperoleh juga berbeda. Hasil maksimal diperoleh dengan menggunakan aquadest sebagai pelarut pada waktu 180 menit dengan hasil 78,2 %. Aquadest lebih efektif 3,2 kali lipat dibandingkan dengan air sungai. Hal ini disebabkan karena aquadest merupakan pelarut yang terbebas dari mineral-mineral, sedangkan air sungai adalah pelarut dari alam yang masih memiliki berbagai kandungan mineral-mineral yang dapat menambah impuritis dan menurunkan keefektifan pada pencucian (Apriliani, N., dkk. 2016)

3.3. Perbandingan Suhu Larutan Pencuci Terhadap % Yield

Temperatur mempengaruhi cepat lambatnya laju proses pencucian sehingga temperatur akan mempengaruhi keoptimalan yield yang dihasilkan. Aquadest memiliki keefektifan yang lebih baik dibandingkan dengan air sungai sebagai larutan pencuci. Namun ketika aquadest yang digunakan bersuhu 25 °C, keefektifannya menurun seperti yang terlihat pada Gambar 5.

Pada waktu dan pelarut yang sama, namun suhu berbeda % yield yang diperoleh sangat jauh berbeda. Pelarut dengan suhu 100°C mampu memberikan hasil maksimal pada waktu perendaman 180 menit dengan hasil 78,2 % sedangkan pelarut pada suhu 25°C hanya mampu menghasilkan % yield maksimal sejumlah 6,6 % pada waktu 30 menit kemudian menurun hingga 4,6 % pada waktu 180 menit. Perbedaan ini menunjukkan bahwa temperatur mempengaruhi % yield yang dihasilkan. Temperatur yang rendah menyebabkan laju proses ekstraksi berjalan lebih lama. Peningkatkan suhu, juga menaikkan difusi

sehingga proses ekstraksi pengotor organik juga akan berjalan lebih cepat. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Margaretta, dkk., (2011) yang menyatakan bahwa temperatur yang lebih tinggi akan meningkatkan kelarutan bahan oleh pelarut.

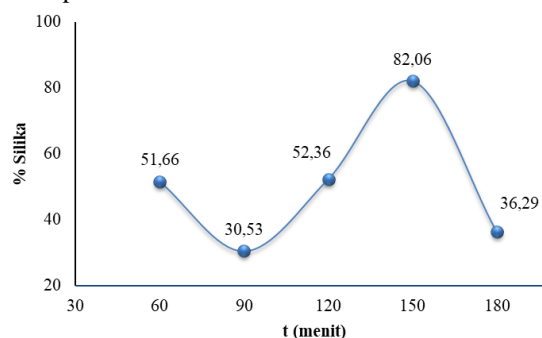


Gambar 5. Pengaruh Suhu Larutan Pencuci Terhadap % Yield

3.4. Pengaruh Waktu Pencucian Terhadap % Silika

Waktu preparasi adalah salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kadar silika yang di hasilkan. Pengaruh waktu perendaman selama preparasi

terhadap hasil ekstraksi silika dari pozzolan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh Waktu Pencucian Terhadap % Silika

Peningkatan waktu perendaman pada proses preparasi dapat meningkatkan kadar hasil ekstraksi silika pada pozzolan. Jika dilihat dari kemurnian silika yang diperoleh, maka kadar tertinggi diperoleh pada waktu pencucian 150 menit dengan jumlah 82,06 % dan menurun pada waktu 180 menit dengan jumlah 36,29 %. Namun jika dilihat dari komposisi keseluruhan pada Tabel 1 akan terlihat jumlah Cl yang mempengaruhi kadar tersebut.

Tabel 1. Karakterisasi Hasil Ekstraksi Silika dari Pozzolan dengan Larutan Pencuci yang Berbeda

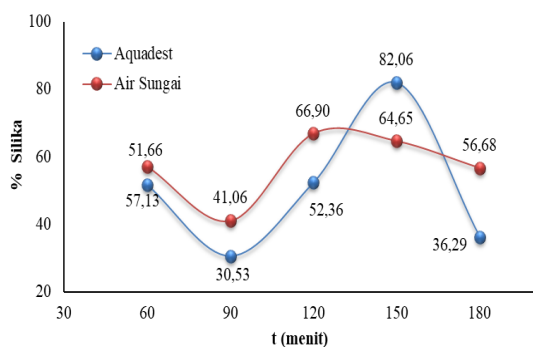
| Komponen | Larutan Pencuci | Waktu Pencucian (menit) | | | | |
|------------------------------------|-----------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 |
| SiO ₂ (%) | Aquadest | 51,66 | 30,53 | 52,36 | 82,06 | 36,29 |
| | Air Sungai | 57,13 | 41,06 | 66,90 | 64,65 | 56,68 |
| Al ₂ O ₃ (%) | Aquadest | 17,89 | 8,70 | 13,72 | 14,97 | 5,98 |
| | Air Sungai | 17,62 | 13,08 | 21,86 | 15,33 | 13,51 |
| P ₂ O ₅ (%) | Aquadest | 1,57 | 3,75 | 1,55 | 1,16 | 3,75 |
| | Air Sungai | 1,62 | 2,07 | 1,30 | 4,42 | 1,78 |
| K ₂ O (%) | Aquadest | 0,26 | 0,35 | 0,21 | 0,22 | 3,42 |
| | Air Sungai | 0,12 | 0,54 | 0,11 | 0,29 | 0,21 |
| CaO (%) | Aquadest | 0,59 | 2,14 | 0,51 | 0,34 | 1,99 |
| | Air Sungai | 0,72 | 1,29 | 0,64 | 1,62 | 0,53 |
| Fe ₂ O ₃ (%) | Aquadest | 1,80 | 2,05 | 1,12 | 0,58 | 0,99 |
| | Air Sungai | 2,19 | 1,16 | 1,80 | 3,23 | 0,65 |
| Cl (%) | Aquadest | 26,06 | 51,38 | 30,43 | 0,41 | 46,67 |
| | Air Sungai | 20,44 | 40,69 | 7,24 | 10,16 | 26,57 |

Jika unsur Cl sebagai pengotor dibersihkan, kadar silika bisa meningkat menjadi 82,96 %. Akumulasi ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil pada waktu 150 menit yang hanya berjumlah 82,57 %. Hal ini bisa disimpulkan bahwa waktu optimum adalah 180 menit. Kemurnian ini dipengaruhi oleh pembuangan unsur

Cl yang tidak sempurna setelah ekstraksi dilakukan. Sesuai dengan yang dinyatakan oleh Meliyana dkk., (2019) bahwa unsur Cl yang ada pada silika harus dibuang dengan cara mencuci ekstrak yang diperoleh menggunakan aquadest panas secara berulang.

3.5. Perbandingan Jenis Pelarut Terhadap % Silika

Jenis pelarut merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pencucian preparasi, yaitu mempengaruhi perolehan hasil kadar zat aktif serta pemakaian pelarut terbaik akan menjamin proses yang optimal (Noviyanty dkk., 2019). Pada penelitian pelarut yang digunakan adalah aquadest dan air sungai. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh Jenis Larutan Pencuci Terhadap % Silika

Pada waktu dan temperatur yang sama namun jenis pelarut yang berbeda % silika hasil ekstraksi dari pozzolan juga berbeda. Jumlah optimum diperoleh dengan menggunakan aquadest sebagai pelarut dengan hasil 82,06 %. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil peneliti sebelumnya yang hanya mendapatkan kadar silika sebanyak 71,91 % dan 79,72 % (Setiadji, S., dkk., 2019) (Andarini, N., dkk., 2018). Jumlah kandungan mineral masing-masing kondisi operasi dapat dilihat pada Tabel 1.

4. KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pre-treatment mempengaruhi hasil ekstraksi. Pada penelitian ini ditemukan kondisi terbaik untuk preparasi adalah menggunakan aquadest bersuhu 100°C sebagai larutan pencuci dengan waktu perendaman 180 menit. Kondisi ini dapat menaikkan kadar silika dari 73,92 % menjadi 82,06 %. Kadar yield dengan kadar silika tidak selalu berbanding lurus, karena yield yang diperoleh belum tentu bebas dari pengotor. Oleh karena itu disarankan untuk penelitian selanjutnya diteruskan ke tahap pemurnian. Aquadest bersuhu 100 °C sangat efektif untuk preparasi, namun ketika suhunya rendah air sungai menjadi lebih efektif dibandingkan dengan aquadest.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada

Masyarakat (LPPM) Universitas Bung Hatta yang sudah memberikan dana penelitian melalui hibah internal dengan mata anggaran nomor 11.2.13.03.2022 tanggal 24 Januari 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Alp, I., Deveci, H., Süngün, Y. H., Yilmaz, A. O., Kesimal, A., & Yilmaz, E. (2009). Pozzolan Characteristics of a Natural Raw Material for Use in Blended Cements. *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction B: Engineering*, 33(4), 291–300.
- Desfitri, E. R., Desmiarti, R., Martynis, M., & Dhani, S. R. (2022). Analisis dan Karakterisasi Potensi Pozzolan Sebagai Sumber Silika (SiO₂) untuk Meningkatkan Nilai Sumber Daya Lokal. 6, 96–105. <https://doi.org/10.26760/jrh.V6i2.96-105>
- Handoyo, D. L. Y. (2020). Pengaruh Lama Waktu Maserasi (Perendaman) Terhadap Kekentalan Ekstrak Daun Sirih (Piper Betle). *Jurnal Farmasi Tinctura*, 2(1), 34–41.
- Kaid, N., Cyr, M., & Khelafi, H. (2015). Characterization of an Algerian Natural Pozzolan for its Use in Eco-Efficient cement. *International Journal of Civil Engineering*, 13(4A), 444–454.
- Mahaddilla, F., & Putra, A. (2013). Pemanfaatan Batu Apung Sebagai Sumber Silika dalam Pembuatan Zeolit Sintetis. *Jurnal Fisika Unand*, 2(4), 262–268.
- Margaretta, S., Handayani, S. (2013) Ekstraksi senyawa phenolic Pandanus Amaryllifolius Roxb. Sebagai Antioksidan Alami. *Journal. Wima.Ac.Id*, 21–30. <http://journal.wima.ac.id/index.php/teknik/article/view/157>
- Meliyana, M., Rahmawati, C., & Handayani, L. (2019). Sintesis Silika dari Abu Sekam Padi dan Pengaruhnya Terhadap Karakteristik Bata Ringan. *Elkawanie*, 5(2), 164. <https://doi.org/10.22373/ekw.v5i2.5533>
- Noviyanty, A., Salingkat, C. A., & Syamsiar, S. (2019). Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Ekstraksi dari Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus). *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*, 5(3), 271–279. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2019.v5.i3.14037>
- Rosalin, R., Ridhawati, R., Yasser, M. (2019). Pengaruh Metode Pretreatment Pada Proses Ekstraksi Biosilika dari Sekam Padi. 2019, 172–177. <http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/snp2m/article/viewFile/1832/1676>
- Satriawan, A., Muhdarina, & Awaluddin, A. (2021). The Utilization Silica from Oil Fly Ash as a Raw Material for Paper Filler. *Journal of Physics: Conference Series*, 2049(1). <https://doi.org/10.1088/1742->

- 6596/2049/1/012062
Setiadji, S., Wahyuni, A. S., Suhendar, D., Sundari, C. D. D., & Ivansyah, A. L. (2019). Pemanfaatan Rumput Gajah sebagai Sumber Silika untuk Sintesis Zeolit T. *Al-Kimiya*, 4(2), 51–60. <https://doi.org/10.15575/ak.v4i2.5085>
- Sutopo, U. M., Desfitri, E. R., Hayakawa, Y., & Kambara, S. (2021). A Role of Mineral Oxides on Trace Elements Behavior during Pulverized Coal Combustion. *Minerals*, 11(11), 1–13. <https://doi.org/10.3390/min11111270>
- Verdiana, M., Widarta, I. W. R., & Permana, I. D. G. M. (2018). Pengaruh Jenis Pelarut Pada Ekstraksi menggunakan Gelombang Ultrasonik Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Lemon (*Citrus limon* (Linn.) Burm F.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 7(4), 213-222. <https://doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i04.p08>