

Sintesis Nanosilika Pasir Pantai Takalar Menggunakan Metode Hidrotermal

Synthesis Nanosilica of Sand from Takalar Beach by Using Hydrothermal Method

Hasri^{1)*}, Fauziah¹⁾, Satria Putra Jaya Negara¹⁾

¹⁾ Program Studi Kimia Jurusan Kimia, Universitas Negeri Makassar

Received 7th Juli 2021 / Accepted 3rd September 2021

ABSTRAK

Sintesis nanosilika memerlukan bahan yang mengandung senyawa silika yang banyak, Penelitian menunjukkan bahwa di antara sumber silika terbanyak ada pada pasir pantai. Telah dilakukan penelitian sintesis nanosilika dari pasir pantai Takalar dengan menggunakan metode hidrotermal. Ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk sintesis nanosilika, di antaranya kopresipitasi, sol gel dan hidrotermal. Metode dengan cara yang paling mudah dan membutuhkan biaya yang tidak terlalu besar adalah metode hidrotermal. Hasil menunjukkan nanosilika yang dihasilkan memiliki kadar silika (SiO₂) sebesar 59,82 Adapun karakteristik dari nanopartikel silika yang dihasilkan pada metode hidrotermal yaitu berada pada fasa kristal kuarsa dan kristobalit dengan sistem kristal masing-masing trigonal dan tetragonal yang memiliki kisaran rata-rata ukuran partikel 45,07 nm - 48,68 nm.

Kata kunci: metode hidrotermal, nanosilika, pasir.

ABSTRACT

Nanosilica synthesis requires materials that contain a lot of silica compounds. Research shows that beach sand is the largest source of silica. Research on the synthesis of nanosilica from Takalar beach sand using the hydrothermal method has been carried out. There are several methods that can be used for the synthesis of nanosilica, including coprecipitation, sol gel and hydrothermal. The method with the easiest and the least costly is the hydrothermal method. The results showed that the nanosilica produced had a silica (SiO₂) content of 59.82. 45.07 nm - 48.68 nm.

Keywords: hydrothermal method, nanosilica, sand.

**Korespondensi:
email: hasriu@unm.ac.id*

PENDAHULUAN

Pasir pantai merupakan bagian dari mineral endapan (sedimen) berupa aneka bahan yang tertransportasi dari berbagai tempat menuju tepi pantai yang berukuran 0,0625 hingga 2 mm (Pettijohn et al, 1972). Pasir pantai memiliki butiran yang lebih halus daripada pasir sungai maupun pasir galian, karena gerusan atau gesekan batuan di laut dan mengandung garam. Garam mengikat air dari udara sehingga butiran pasir pantai agak basah (Siswoyo, 2009).

Komposisi dan tekstur sedimen pesisir dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti: arus, angin, perubahan iklim, dan komposisi bahan induk. Secara lebih khusus, pasir pantai turut dipengaruhi oleh aliran-aliran sungai yang mengarah ke pantai tersebut pada sisi mineralogi dan geokimia (Irson, 2018). Kandungan mineral pada pasir pantai umumnya merujuk pada logam berat seperti biji besi dan timah yang terkandung. Kandungan mineral pada pasir pantai biasanya ditemukan di daerah aluvial, seperti aliran sungai atau laut yang terhubung dengan sumber vulkanik (Saniah dkk, 2014). Pasir pantai dapat diklasifikasikan secara fisik ataupun berdasarkan kandungan mineral penyusunnya. Pasir pantai berdasarkan sifat fisiknya dapat dibedakan berdasarkan bentuk, ukuran, warna dan densitas pasir. Sedangkan kemungkinan terjadinya perbedaan kandungan mineral pasir seperti Fe, Ti, Mg, Si, dapat ditinjau berdasarkan lokasi endapannya (Bowles, 1983).

Silika atau yang dikenal dengan silikon dioksida (SiO_2) merupakan senyawa kimia yang diperoleh dari silika mineral, nabati dan sintesis kristal. Namun, silika tidak baik jika langsung diaplikasikan walaupun memiliki kekuatan mekanik dan stabilitas termal yang tinggi. Pemanasan pada suhu 870 °C pada pasir kuarsa akan menghasilkan silika dengan struktur kristal tridimit dan pemanasan pada suhu 1470 °C menghasilkan silika dengan struktur kristal kristobalit (Cotton dan Wilkinson, 1989).

Umumnya diketahui bahwa materi dalam rentang skala nano (1 - 100 nm) memiliki sifat dan fungsi yang sedikit berbeda dengan ukuran bulknya. Ukuran 9 materi dapat berpengaruh pada luas permukaan dan juga ukuran parikel dalam skala nanometer, maka hukum fisika yang berlaku lebih didominasi oleh hukum-hukum fisika kuantum. Karena ukurannya yang kecil, nanopartikel memiliki nilai perbandingan antara luas permukaan dan volume yang lebih besar jika dibandingkan dengan partikel sejenis dalam ukuran besar (Abdullah dkk, 2008). Selain itu, beberapa kelebihan nanopartikel adalah kemampuan untuk menembus ruang-ruang antar sel yang hanya dapat ditembus oleh ukuran partikel koloidal dan fleksibilitasnya untuk dikombinasikan dengan berbagai teknologi lain sehingga membuka potensi yang luas untuk dikembangkan pada berbagai keperluan dan target (Martien dkk, 2012).

Terdapat beberapa metode dapat digunakan dalam sintesis nanosilika, seperti *sol-gel*, kopresipitasi, *polymeric gel* dan hidrotermal. Beberapa peneliti sebelumnya telah berhasil mensintesis nanosilika yakni sintesis nanosilika dari lumpur Sidoarjo menggunakan metode kopresipitasi dengan kemurnian 98,5% (Munasir, 2013). Material dari pasir Pantai Slopeng, dapat dihasilkan serbuk silika dalam orde nanometer menggunakan metode alkalifusion dengan kemurnian 98,9% (Akbar, 2010). Sintesis nanosilika pasir Bancar dengan metode kopresipitasi menghasilkan kemurnian 95,3% (Nisak dan Munasir, 2013). Sintesis

nanosilika dari abu sekam padi menggunakan metode sol gel dengan kemurnian 56,85 % dengan rasio pelarut 1:16 (Andreas dkk, 2016).

Ada juga peneliti yang menggunakan metode hidrotermal dimana metode hidrotermal memiliki beberapa keuntungan yaitu tidak membutuhkan biaya besar dalam eksekusinya serta memiliki tahapan yang mudah dalam pembuatan material nano (Durrani *et al* 2012). Dengan menggunakan metode hidrotermal, pengaturan morfologi, struktur dan komposisi fase yang optimal dapat dilakukan tanpa menggunakan *template* (Sentani, 2013).

Karakterisasi nanopartikel pada umumnya perlu dilakukan untuk mengetahui dan mengontrol sintesis nanopartikel serta aplikasinya. Karakterisasi nanopartikel dilakukan dengan cara memvariasikan beberapa teknik berbeda seperti *transmission electron microscopy* (TEM) dan *scanning electron microscopy* (SEM), *atomic force microscopy* (AFM), *dynamic light scattering* (DLS), *X-ray photoelectron spectroscopy* (XPS), *X-ray diffractometry* (XRD), *Xray Flourescence* (XRF), *Fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR), dan spektroskopi UV-Vis. Teknik-teknik tersebut digunakan untuk penentuan berbagai macam parameter seperti ukuran partikel, bentuk, kristalinitas, pola geometri, ukuran pori dan luas permukaan (Kholoud, 2009).

METODE

Penelitian ini menggunakan alat-alat gelas, reaktor hidrotermal, termometer, *hot plate stirrer*, magnet *stirrer*, krus porselen, *furnace*, neraca analitik, desikator, oven (*Memmert*), penyaring *Buchner*, ayakan, lumpang dan alu, dan untuk karakterisasi digunakan XRF (*Thermo scientific*), SEM-EDX (*Hitachi Flexsen 1000*) dan XRD (*X-Ray Diffraction 700 Shimidzu*). Bahan-bahan yang digunakan berupa pasir pantai Takalar asam sitrat ($C_6O_8H_7$) 5 %, natrium Hidroksida (NaOH) 2,5 N, asam sulfat (H_2SO_4) 5 N, akuades (H_2O), indikator universal dan kertas Whatman No. 42.

Adapun prosedur kerja sebagai berikut :

1. Sampel pasir pantai dibersihkan dan dicuci menggunakan asam sitrat 5 % kemudian dipanaskan pada suhu 700 °C untuk memperoleh abu dari pasir kemudian dikarakterisasi menggunakan XRF untuk mengetahui kadar silika yang terdapat pada abu.
2. Abu hasil preparasi kemudian digerus dan diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh, selanjutnya abu halus diekstrak dengan larutan 100 ml NaOH 2,5 N selama 3 jam pada suhu 80-100 °C. Ekstrak kemudian didinginkan dan disaring. Larutan natrium silika yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam reaktor hidrotermal dengan variasi suhu 120 °C, 150 °C dan 180 °C dan variasi waktu 2, 4 dan 6 jam. Sampel selanjutnya dititrasi menggunakan H_2SO_4 hingga pH 8-9 dan diendapkan hingga terbentuk silika gel. Silika yang diperoleh dibilas dengan akuades hangat untuk menghilangkan zat pengotor, silika kemudian diaging dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105 °C.
3. Nanosilika yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Mictroskopy* (SEM) *Energy X-ray Spectroscopy* (EDX).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian diawali dengan preparasi sampel pasir pantai Takalar yang digerus dan diayak hingga diperoleh sampel berukuran 200 mesh lalu di analisis menggunakan XRF. Setelah dianalisis menggunakan XRF, sampel pasir direndam dengan HCl lalu dikeringkan kemudian digerus sampai halus. Selanjutnya sampel sebelum dan setelah preparasi dapat dilihat pada Gambar 1a dan 1b.

Gambar 1. Sampel sebelum dipreparasi(b) Sampel setelah dipreparasi



Kemudian dilakukan analisis kandungan oksida logam menggunakan XRF pada sampel pasir Pantai Takalar Sulawesi Selatan didominasi oleh senyawa SiO_2 dengan kadar sebesar 59,82 %.

Tabel 1. Kandungan oksida logam pasir Pantai Takalar

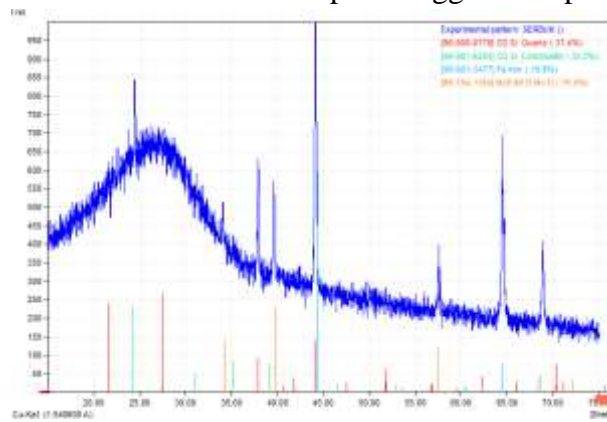
| Senyawa (Oksida Logam) | Persentase (%) |
|---------------------------------------|---------------------------|
| SiO_2 | 59,82 |
| Fe_2O_3 | 15,11 |
| CaO | 9,97 |
| Al_2O_3 | 7,40 |
| K_2O | 5,03 |
| TiO_2 | 1,31 |
| P_2O_5 | 0,44 |
| MnO | 0,394 |
| SrO | 0,314 |
| BaO | 0,060 |
| ZrO_2 | 0,049 |
| ZnO | 0,0211 |
| Nb_2O_5 | 0,0187 |
| Rb_2O | 0,0172 |
| MoO_3 | 0,0124 |
| In_2O_3 | 0,0056 |

Sintesis nanosilika menggunakan sampel Pasir Takalar diawali dengan preparasi sampel guna membuang zat-zat pengotornya dan diayak hingga berukuran 200 mesh. Analisis XRF dilakukan untuk mengetahui kandungan silika. Hasil analisis menunjukkan bahwa senyawa oksida terbanyak adalah senyawa SiO_2 dengan persentase 59,82%. Sampel kemudian dilanjutkan pada sintesis nanosilika menggunakan metode hidrotermal. Abu pasir diekstrak menggunakan NaOH, hasil ekstraksi diperoleh filtrat berbentuk larutan yang berwarna kekuningan. Fungsi penambahan NaOH untuk melarutkan SiO_2 yang terdapat pada abu daun bambu dan sebagai penyuplai Na^+ sehingga menghasilkan natrium silika. Pelarutan disertai pemanasan bertujuan agar proses pembentukan natrium silikat menjadi sempurna berupa larutan dengan pH 13. Natrium silika yang dihasilkan selanjutnya

digunakan dalam mensintesis nanosilika pada variasi suhu 120 °C, 150 °C dan 180 °C dan variasi waktu 2 jam 4 jam dan 6 jam.

Sampel yang telah mengalami proses hidrotermal selanjutnya diasamkan pada pH 7-8, untuk membentuk gel nanosilika. Pemilihan nilai pH didasarkan pada sifat nanosilika yang tidak larut dalam media pada suasana netral, sehingga pada kondisi pH 7-8 diharapkan berlangsung secara optimal (Suka, 2008). Pada kondisi netral gugus siloksi dan silanol terdeprotonasi seimbang dalam jumlah yang relatif banyak. Larutan H₂SO₄ berfungsi menetralkan larutan filtrat nanosilika agar berbentuk gel (Sofyan, 2013). Nanosilika gel yang terbentuk disaring untuk memisahkan pelarut yang masih tersisa, selanjutnya dioven dan diperoleh nanosilika padatan kemudian digerus hingga menjadi bubuk.

Analisis selanjutnya menggunakan XRD untuk mengidentifikasi fasa kristal nanosilika dan ukuran partikel dalam sampel. Adapun hasil analisis XRD pada metode hidrotermal menggunakan *software* Match!2 dan ukuran sampel menggunakan persamaan Debye.



Gambar 2. Hasil Analisis XRD pada silika pasir Pantai Takalar

Tabel 2. Ukuran partikel pada silika pasir pantai Takalar

| Sudut 2 Theta | Rata-rata Ukuran Partikel (nm) |
|------------------|--------------------------------------|
| 37,829 | 45,07 |
| 44,076 | 45,73 |
| 64,447 | 48,68 |

Karakteristik nanopartikel yang dihasilkan menggunakan metode hidrotermal yaitu berada pada fasa Kristal kuarsa dan kristobalit dengan system Kristal masing-masing trigonal dan tetragonal yang memiliki kisaran rata-rata ukuran partikel 45,07 nm -48,68 nm.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa kadar silika (SiO_2) pada pasir Pantai Takalar sebesar 59,82 %. Adapun karakteristik nanopartikel silika yang dihasilkan pada metode hidrotermal yaitu berada pada fasa kristal kuarsa dan kristobalit dengan sistem kristal masing-masing trigonal dan tetragonal yang memiliki kisaran rata-rata ukuran partikel 45,07 nm – 48,68 nm.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajuddin., Yudistira Virgus, Nirmin, dan Khairurrijal. 2008. Review : Sintesis Nanomaterial. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*. Vol. 1, No. 2 Akbar, S., Triwikantoro. 2010. Sintesis Silika Amorf Berbasis Pasir Alam Slopeng Menggunakan Metode Alkalifusion. ITS, Surabaya
- Andreas, Arents., Hans Kristianto dan Devi Fitriani Kurniawan. 2016. Sintesis Nanosilika dari Sekam Padi menggunakan Metode Sol Gel dengan Pelarut Etanol. *Prosiding Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. ISSN : 1693-4393
- Bowles, J.E. 1983. *Physical and Geotechnical Properties of Soil 2nd*. Mc. Graw Hill, Inc., New York, p. 58
- Cotton, F. Albert dan Geoffrey Wilkinson. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Jakarta: UI-Press
- Irzon, Ronaldo. 2018. Komposisi Kimia Pasir Pantai di Selatan Kulon Progo dan Implikasi terhadap Provenance. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*. Vol. 19, No. 1
- Martien, Ronny., Adhyatmika, Iramie D. K. Irianto, Verda Farida, dan Dian Purwita Sari. 2012. Perkembangan Teknologi Nanopartikel Sebagai Sistem Penghantaran Obat. *Majalah Farmaseutik*. Vol. 8, No. 1
- Munasir., Surahmat H., Triwikantoro., Moch.Zainuri., dan Darminto. 2013. Pengaruh Molaritas NaOH Pada Sintesis Nanosilika Berbasis Pasir Bancar Tuban. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. Vol. 3, No. 2
- Munasir., Triwikantoro., M Zainuri., dan Darminto. 2012. Uji XRD dan XRF pada Bahan Mineral (Batuan dan Pasir) sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO_3 dan SiO_2). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. Vol.2, No.1
- Munasir., Akhmad Januar H. P., dan Ahmad Arifudin Z.. 2013. Pengaruh pH Akhir Larutan pada Sintesis Nanosilika dari Bahan Lusi dengan Metode Kopersipitasi. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*. Vol. 2, No. 3

- Nisak, Fitriatun., dan Munasir. 2013. Analisis Porositas Nanosilika Berbasis Pasir Alam yang Disintesis dengan Metode Kopersipitasi. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*. Vol. 2, No. 3
- Pettijhon, F.J., P.E. Potter, and R. Siever. 1972. Sand and Sandstone. New York : Springer Science+Business Media, LLC
- Saniah., Syahrul Purnawan, dan Sofyatuddin Karina. 2014. Karakteristik dan kandungan mineral pasir pantai Lhok Mee, Beureunut dan Leungah, Kabupaten Aceh Besar. *Depik*. Vol. 3, No. 3. ISSN: 2089-7790
- Siswoyo, M. Pujo. 2009. Pasir Pantai Selatan Jawa Timur dalam Mortar. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*. Vol. 11, No. 2
- Smallman, R. E. and Bishop, R. J. 2000. Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material Edisi keenam. Jakarta: Erlangga. 31