



## **KARAKTERISASI PARTIKEL SILIKA PADA PASIR KUARSA ASAL DOYO KABUPATEN JAYAPURA**

**ENDANG HARYATI<sup>1</sup> DAN KHAERIAH DAHLAN<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Program Studi Geofisika, FMIPA UNCEN Jayapura

<sup>1</sup>E-mail: [endanghfis@gmail.com](mailto:endanghfis@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Silica has many benefits, especially in technology and industry, one of which is a preservative. In this research, characterization of silica particles has been carried out in quartz sand from Doyo, Jayapura district. The purpose of this research is to determine the structure of the silica particles in quartz sand, to determine the mineral composition of quartz sand which has been cleaned of metal using permanent magnets and the surface morphology of the particles in quartz sand. The results showed that the silica particles contained in quartz sand were SiO<sub>2</sub> quartz compounds. The mineral composition of quartz sand is dominated by Silica as much as 34.48% and Oxide (O) by 43.67% which are SiO<sub>2</sub> particles.*

**Keyword:** *quartz sand, silica, Doyo*

### **PENDAHULUAN**

Pasir merupakan bahan alam yang tersedia sangat melimpah di Indonesia. Pasir pada umumnya mengandung silika (Si), Besi (Fe), Aluminium (Al) Magnesium (Mg) dan mineral lainnya. Presentase kandungan mineral setiap jenis pasir berbeda-beda bergantung dari keadaan batuan di wilayah tersebut. Sarmi merupakan salah satu kabupaten di Papua, Indonesia yang kaya akan pasir hitam atau disebut sebagai pasir besi di

sungai maupun pantainya. Doyo merupakan daerah di Kabupaten Jayapura yang memiliki sungai yang banyak terdapat pasir yang biasanya digunakan oleh masyarakat untuk pembangunan gedung/rumah. Kandungan utama pasir kali Doyo adalah Silika (Si) sebanyak 58,98 %, besi (Fe) sebesar 26, 67 % dan 14,35 % mineral lainnya [Haryati E & Dahlan, K, 2018]

Silika memiliki banyak manfaat terutama dalam bidang teknologi dan industri salah satunya sebagai pengawet.

Selain itu silika gel juga digunakan sebagai absorben logam nikel dalam limbah elektro plating. Kemampuan silika gel yang dihasilkan dalam menyerap logam nikel sebesar 89,85 % dalam waktu 45 menit (Ihda Mar'atus, S. 2011). Silika juga digunakan sebagai katalis pada material penyimpan hidrogen sistem  $MgH_2$ . Penambahan  $SiO_2$  pada material penyimpan hidrogen mampu menurunkan waktu dan temperature desorpsi yaitu  $338,72\text{ }^{\circ}C$  dalam waktu 14,75 menit (Jalil, Z., Dkk. 2017).

Pada penelitian ini dilakukan karkterisasi pasir kuarsa asal Doyo Kabupaten Jayapura yang telah di bersihkan dari logam besi menggunakan magnet permanen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kadar mineral Silika pada pasir kuarsa yang telah dibersihkan dari bahan logam, menentukan senyawa Silika berdasarkan spektrum XRD dan menentukan morfologi permukaan Silika pada pasir kuarsa asal Doyo kabupaten Jayapura.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Pasir Kuarsa

Indonesia memiliki potensial sumberdaya alam bahan baku pembuatan silika murni yaitu pasir kuarsa yang melimpah dan tersebar di Indonesia. Pasir kuarsa yang ada di Indonesia tersebar merata dengan kualitas dan ciri khas yang berbeda tergantung kondisi daerah tersebut. Salah satu jenis pasir kuarsa yaitu pasir kuarsa silika dengan kadar  $SiO_2$  diatas 97% dengan pengotor aluminium dan besi yang rendah. Pasir kuarsa jenis

ini sangat cocok untuk dikembangkan sebagai bahan baku gelas, presipitat dan pembuatan silikon (Sulistiyono. 2004).

Pasir kuarsa yang juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan *feldspar*. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang diendapkan di tepi sungai, danau atau laut. Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $TiO_2$ ,  $MgO$  dan  $K_2O$ . mempunyai kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2,65, titik lebur  $1.715\text{ }^{\circ}C$ , bentuk kristal hexagonal, panas sfesifik 0,185, dan konduktivitas panas 12 –  $1000\text{ }^{\circ}C$ . Pasir kuarsa yang berasal dari Doyo Kabupaten Jayapura mengandung mineral silika dan lainnya yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Kandungan Unsur dalam Pasir Doyo Kabupaten Jayapura

No	Unsur	Presentasi (%)
1	Si	58,98
2	Fe	26,67
3	Ca	7,88
4	Al	2,39
5	K	1,97
6	Unsur Lain	2,11
6	Unsur Lain	2,11

(sumber Haryati, E. & Dahlan, K., 2017)

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Ukhtiyani, I (2017) yaitu mengenai pemurnian silika dari pasir kuarsa di Desa Pasir Putih Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso dengan menggunakan metode purifikasi (*leaching*) dan *milling* selama 1 jam menggunakan

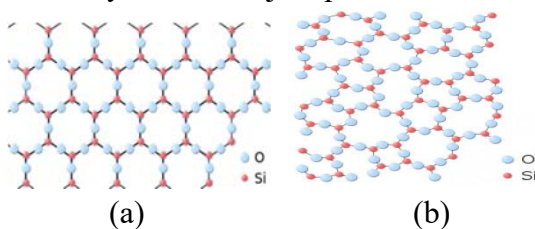
alat *ball milling* dan diperoleh kadar silika sebesar 99,88%.

## 2. Silika

### 2.1 Struktur Partikel Silika

Silika terbentuk dari hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan feldspar, yang berwujud bubuk putih. Silika merupakan senyawa yang tidak reaktif dan hanya dapat dilarutkan dalam asam kuat, contohnya dengan menggunakan asam klorida (HCl) (Adjiantoro dkk., 2016). Silika-gel mengandung silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) yang sangat responsif terhadap proses adsorpsi (Ngatijo, 2013).

Secara alami silika berbentuk amorf dan akan tetap bentuknya apabila dibakar pada suhu 500-600 °C. Di atas suhu 600-720 °C silika berbentuk kristal dan bila terbakar pada suhu 800-900 °C akan berbentuk kuarsa. ( Fairus *et al*, 2009). Silika amorf memiliki unit bangun yang sama dengan kristalin gambar 2.2 (a) dan 2.2 (b), tetapi silika amorf memiliki susunan unit yang acak, sedangkan silika kristalin memiliki keteraturan yang sempurna. Pada temperatur tinggi dan waktu yang lama silika amorf dengan sendirinya akan menjadi padatan kristalin.



Gambar 1 Struktur silika (a) kristalin (b) amorf

## 3. Metode Karakterisasi Sampel

### 3.1 Difraksi Sinar X (X-RD)

#### 1. Pengertian XRD

Difraksi sinar-X merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi adanya fasa kristalin di dalam material-material benda dan serbuk, dan untuk menganalisis sifat-sifat struktur (seperti stress, ukuran butir, fasa komposisi orientasi kristal, dan cacat kristal) dari tiap fasa. Metode ini menggunakan sebuah sinar-X yang terdifraksi seperti sinar yang direfleksikan dari setiap bidang, berturut-turut dibentuk oleh atom-atom kristal dari material tersebut. Dengan berbagai sudut timbul, pola difraksi yang terbentuk menyatakan karakteristik dari sampel. Susunan ini diidentifikasi dengan membandingkannya dengan sebuah data base internasional (Zakaria. 2003).

#### 2. Prinsip kerja XRD

Sampel yang berbentuk serbuk ditaruh ditempat sampel. Sampel dikenakan sinar-X dari sudut  $\theta$  sebesar 0-90°. Sinar-X dihasilkan di suatu tabung sinar katode dengan pemanasan kawat pijar untuk menghasilkan elektron-elektron, kemudian elektron-elektron tersebut dipercepat terhadap suatu target dengan memberikan suatu voltase, dan menembak target dengan elektron. Ketika elektron-elektron mempunyai energi yang cukup untuk mengeluarkan elektron-elektron dalam target, karakteristik spectrum sinar-X dihasilkan.

Detektor akan merekam dan memproses isyarat penyinaran ini dan mengkonversi isyarat itu menjadi suatu arus yang akan dikeluarkan pada printer

atau layar komputer. Sinar-sinar diubah menjadi hasil dalam bentuk gelombang-gelombang. Intensitas sinar-X dari scan sampel diplotkan dengan sudut  $2\theta$ . Tiap puncak yang muncul pada pola difraktogram mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. Puncak-puncak yang didapatkan dari data pengukuran ini kemudian dicocokkan dengan standar difraksi sinar-X untuk semua jenis material (Nelson. 2010).

### **3.2 Scanning Electron Microscope - Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS)**

#### **1. Pengertian**

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan piranti yang menggunakan elektron untuk menguji suatu obyek. Elektron ditembakkan dan berinteraksi dengan bahan sehingga menghasilkan sinyal yang berisi informasi tentang permukaan bahan meliputi topografi, morfologi, komposisi serta informasi kristalogafi.

Interaksi elektron dengan atom sampel akan menghasilkan berbagai macam sinyal termasuk diantaranya secondary electron (SE), back-scattered electron (BSE), sinar-X karakteristik, elektron Auger serta cathodaluminance. Sebuah alat biasanya tidak memiliki kelengkapan untuk memindai semua sinyal tersebut. SEM-EDS menggunakan secondary electron, back-scattered electron, sinar-X karakteristik sebagai dasar pemindaian bahan. Interaksi elektron dengan atom sampel ketika tumbukkan terjadi akan menimbulkan dua jenis

pantulan elektron yaitu pantulan non-elastis dan pantulan elastis.

EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) digunakan untuk mengenali jenis atom pada permukaan yang mengandung multi atom. Sebagian besar alat SEM dilengkapi dengan kemampuan ini, namun tidak semua SEM memiliki fitur ini. Informasi yang dihasilkan EDS didapatkan dari sinar-X karakteristik, yaitu sinar-X yang dihasilkan ketika elektron dari kulit luar berpindah ke kulit yang lebih dalam. Setiap kulit atom memiliki energi tertentu, untuk memenuhi aturan tersebut maka elektron dari kulit luar harus melepaskan sebagian energi untuk dapat berpindah ke kulit atom yang lebih dalam. Energi yang dilepas dipancarkan dalam bentuk sinar-X.

Energi pancaran elektron dalam bentuk sinar X akan dideteksi dan dihitung oleh energy-dispersive spectrometer dan akan dihasilkan keluaran berupa grafik puncak-puncak tertentu yang mewakili unsur yang terkandung. Energy Dispersive Spectroscopy juga memiliki kemampuan untuk melakukan elemental mapping (pemetaan elemen) dengan memberikan warna berbeda-beda dari masing – masing elemen di permukaan bahan. Energy Dispersive Spectroscopy juga dapat digunakan untuk menganalisa secara kuantitatif dari persentase masing-masing elemen. (Prasetyo. 2011).

#### **2. Prinsip Kerja Instrumen**

Elektron yang digunakan sebagai pemindai dihasilkan oleh sebuah pistol elektron melalui proses Thermionik. Arus elektron tersebut kemudian dipercepat dengan memberikan beda potensial. Lensa

elektromagnetik dan kondenser digunakan untuk membentuk , memusatkan serta untuk mengeliminasi elektron yang memiliki sudut cukup besar. Kondenser kedua digunakan untuk membentuk arus elektron menjadi lebih terpusat, lebih tipis dan lebih koheren. Apartur obyektif diset dan digunakan untuk menghilangkan keberadaan elektron yang memiliki sudut besar.

Kumparan scan diatur untuk menentukan besar petak (grid) yang berkaitan dengan kecepatan pindai yang umumnya dalam orde mikrosekond. Lensa obyektif digunakan untuk memfokuskan arus elektron pada daerah yang dikehendaki. Ketika berkas elektron menumbuk sampel maka sinyal hasil interaksi akan dideteksi, dan sebelum berkas elektron selanjutnya menumbuk petak (grid) lain, hasil interaksi akan ditampilkan pada CRT dalam bentuk pixel. Proses ini akan berulang sampai seluruh petak terpindai.

## METODE PENELITIAN

### 1. Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beaker ukuran 100 ml dan 1000 ml, gelas ukur, corong kaca, cawan keramik, mortar, aluminium foil, magnetik stirrer, timbangan digital, magnet permanen, oven, XRD, dan SEM-EDS. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Pasir kuarsa yang berasal dari daerah Doyo Kabupaten Jayapura Papua dan aquades.

### 2. Prosedur kerja

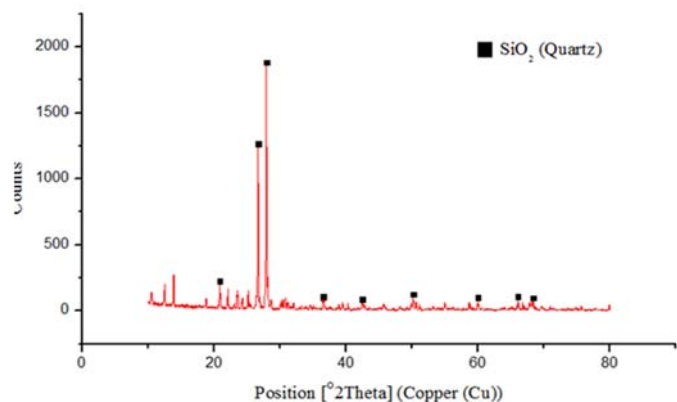
Pertama-tama pasir kuarsa dihaluskan dengan grinder dan mortar lalu di ayak dengan ayakan 200 mesh, kemudian unsur logam dalam pasir dipisahkan menggunakan magnet permanen. Selanjutnya serbuk pasir dicuci dengan aquades sampai bersih lalu dikeringkan dibawah sinar matahari. Serbuk pasir kuarsa yang telah kering kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD dan SEM-EDS untuk menentukan senyawa Silika, kadar Silika dan mineral lainnya serta morfologi partikel Silika dalam pasir kuarsa asal Doyo, Kabupaten Jayapura.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Struktur Senyawa Silika

Pengujian sampel menggunakan XRD dilakukan untuk mengetahui struktur senyawa Silika pada pasir kuarsa asal Doyo Kabupaten Jayapura, Papua. Spektrum XRD pasir kuarsa tersebut dapat dilihat pada gambar 2.

pada pasir kuarsa asal Doyo Kabupaten Jayapura, grafik tersebut menunjukkan adanya puncak-puncak dengan intensitas cukup tinggi pada sudut  $2\theta = 20, 85^\circ; 26, 64^\circ; 27, 90^\circ; 36, 53^\circ; 42,$



Gambar 2 merupakan spektrum XRD

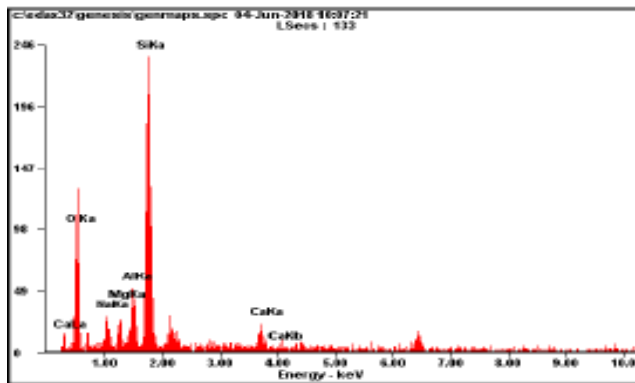
46°; 50, 13°; 64, 02°; 66, 01° dan 68,31° yang merupakan puncak SiO<sub>2</sub> (quartz). SiO<sub>2</sub> (quartz) adalah senyawa kimia yang terdiri dari satu bagian silikon dan dua bagian oksigen yang terdapat pada pasir kuarsa asal Doyo Kabupaten Jayapura.

## 2. Komposisi mineral pasir kuarsa asal Doyo, Kabupaten Jayapura

Komposisi mineral pasir dan silika hasil sintesis ditentukan dengan menggunakan SEM-EDS yang ditunjukkan oleh gambar 3. Tabel 2 merupakan komposisi pasir kuarsa asal sungai Doyo Kabupaten Jayapura. Mineral yang terkandung dalam pasir adalah Oksigen (O), Natrium (Na), Magnesium (Mg), Aluminium (Al), Silika (Si), dan Kalsium (Ca). Pada pasir kuarsa tersebut komposisi mineral didominasi oleh Silika (Si) sebanyak 34,48 % dan oksida (O) sebanyak 43,67 % yang merupakan senyawa Silika amorf (SiO<sub>2</sub>). Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa puncak tertinggi merupakan mineral silika (Si).

Tabel 2 Komposisi mineral pasir kuarsa

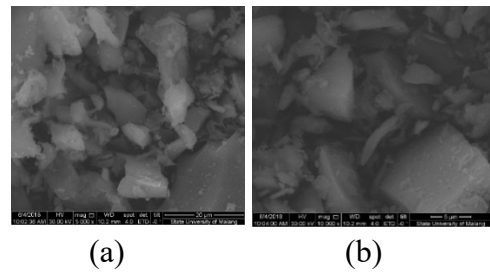
Elemen	O	Si	Al	Na	Mg	Ca
Wt %	43,67	34,48	8,77	5,96	3,65	3,47



Gambar 3. grafik SEM-EDS pasir kuarsa

## 3. Morfologi Permukaan Silikon Dioksida (SiO<sub>2</sub>) pada pasir kuarsa asal Doyo, Kabupaten Jayapura

Morfologi permukaan Silika pada pasir kuarsa asal Doyo, Kabupaten Jayapura ditunjukkan oleh gambar 3 dengan perbesaran 5000 kali dan 10.000 kali menggunakan SEM ada Laboratorium Universitas Negeri Malang.



Gambar 3. Morfologi permukaan artikel Silika pada pasir kuarsa asal Doyo, Kabupaten Jayapura (a) perbesaran 5000 kali dan (b) perbesaran 10.000 kali

## KESIMPULAN

Partikel Silika pada pasir kuarsa asal Doyo, Kabupaten Jayapura merupakan senyawa Silikon Dioksida [SiO<sub>2</sub> (quartz)] yang memiliki struktur amorf. Komposisi mineral pasir kuarsa didominasi oleh Silika sebanyak 34,48% dan Oksida (O) sebesar 43,67 % yang merupakan senyawa SiO<sub>2</sub>.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada LPPM Universitas Cenderawasih atas bantuan dana penelitian PNBPN UNCEN 2019.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adjiantoro, Bintang, and Efendi Mabruhi. 2016. Pengaruh Waktu Pelindian Pada Proses Pemurnian Silikon Tingkat Metalurgi Menggunakan Larutan HCl. *Metalurgi*, 27(1), 1-6.
- Fairus,S.,Haryono.,M.H Sugito & Agus, S.2009. Proses Pembuatan Waterglass Dari Pasir Silika Dengan Pelebur Natrium Hidroksida. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia* 8(2) : 56-62.
- Hadi, S., Munasir., dan Triwikantoro., 2011. Sintesis Silika Berbasis Pasir Alam Bancar Menggunakan Metode Kopersipitasi, *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, Vol. 7, No. 2, Jur. Fisika ITS. Surabaya.
- Hayati, R., dan Astuti., 2015. Sintesis Nanopartikel Silika dari Pasir Pantai Purus Padang Sumatera Barat dengan Metode Kopersipitasi. *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 4, No. Jur. Fisika Universitas Andalas. Padang.
- Ihda Mar'atus. S dan Agung Nugroho Catur Saputro. 2012. Preparasi Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Sebagai Adsorben Logam Nikel (Ni) Dalam Limbah Elektroplating. Seminar Nasional, Kimia dan Pendidikan Kimia IV. UNS, Surakarta.
- Jalil, Z., Pajriana, E., Rahwanto, A., 2017. Efektifitas Penggunaan Silika dari Abu Sekam Padi sebagai Katalis pada Material Penyimpanan Hidrogen Sistem MgH<sub>2</sub>. *Jurnal Matematika dan Sains*. Jur. Fisika Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh .
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2015. Statistika Kementrian Lingkungan Hidup 2014. Jakarta. Pusat Data dan Informasi Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2015.
- Nelson, Stephen A. 2010. X-ray Crystallography. Tulane University.
- Ngatijo. 2013. Sintesis Silika Termodifikasi Amin Dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Tembaga (II). *Prosiding Semirata*.Lampung : Universitas Lampung
- Rio, B.F., 2011, Sintesis Nanopartikel SiO<sub>2</sub> Menggunakan Metode Sol-Gel dan Aplikasinya Terhadap Aktifitas Sitotoksik, *Jurnal Nanoteknologi*, UNAND, Padang.
- Sau, T. K. Rogach, A. L. (Eds.). 2012. Complex-shaped Metal Nanoparticles: Bottom-Up Syntheses and Application, Wiley-VCH Verlag & Co KgaA. Weinheim: Germany.
- Sulistiyono, E.,Sumantri, S & Djusman,S. 2004. *Kajian Proses Pembentukan Silika Dan Pengendalian Silika*. Pusat Penelitian Metalurgi. 7 September 2004:397-402
- Wahyuni, S., dan Setiawan, H., Sintesis Silika dari Waterglass dengan Templat PEG sebagai Katalis Asam Padat Dalam Pembuatan Pelumas dari Minyak Nabati. Jur. Teknik Kimia ITS. Surabaya.
- Yuan, H., Gao, F., Zhang, Z., Miao, L., Yu, R., Zhao, H., Lan, M., 2010, Study of Controllable Preparation of Silica Nanoparticles with Multi-sized

and Their Size-dependent  
Cytotoxicity in Pheochromocytoma  
Cells and Human Embryonic Kidney  
Cells, *Journal of Health Science*,  
Vol. 56, No. 6, hal 632-640.

Zawrah, M.F., EL-Kheshen, 2009, Facile  
And Economic Synthesis of Silica  
Nanoparticles, *J Ovonic Research*,  
Vol. 5, hal 129-133.