



## **Purifikasi dan Karakterisasi Silika (SiO<sub>2</sub>) Berbasis Pasir Kuarsa dari Desa Pasir Putih Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso**

### **Purification and characterization of quartz sand from Pasir Putih village, South Pamona sub-district of Poso**

Indah Ukhtiyani<sup>\*</sup>), Darmawati Darwis dan Iqbal

Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Tadulako

#### **ABSTRACT**

Study of purification and characterization on silica-based quartz sand from Pasir Putih Village, South Pamona sub-district of Poso has been done. This study was conducted to improve the purity of silica (SiO<sub>2</sub>) using purification method by mixing samples in 2 M HCl solution and then titrated with distilled water to pH 7 (neutral). Samples were characterized using XRF and XRD. Results of XRF analysis indicate that the contents of silica (SiO<sub>2</sub>) before and after purification are 99.51% and 99,89%, respectively. The another one, results of XRD analysis are field diffraction of 3.26 Å and the diffraction angle of 27,31°. Subsequently, the results of XRD analysis was matched using Software Search Match obtained lattice constants of  $a = b = 4.8915 \text{ \AA}$  and  $c = 5.3885 \text{ \AA}$ , field diffraction of 3.33 Å, diffraction angle of 27,29°, Miller plane of [011] and group space of P 32 21 (154). Based on the results, we conclude that the sample has quartz phase and crystal structure of trigonal (hexagonal axes).

**Keywords: Purification Method, SiO<sub>2</sub>, XRF, XRD, Software Search Match, a hexagonal crystal system, lattice constants, the space group and field diffraction.**

#### **ABSTRAK**

Purifikasi dan karakterisasi silika berbasis pasir kuarsa dari Desa Pasir Putih Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso telah dilakukan pada penelitian ini. Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan kemurnian silika (SiO<sub>2</sub>) menggunakan metode purifikasi dengan mencampur sampel dalam larutan HCl 2 M kemudian dititrasi dengan aquades hingga PH 7 (netral). Sampel dikarakterisasi dengan menggunakan XRF dan XRD. Kandungan senyawa silika (SiO<sub>2</sub>) berdasarkan hasil analisis XRF sebelum pemurnian yaitu 99,51% dan setelah pemurnian diperoleh 99,89%. Hasil analisis XRD diperoleh bidang difraksi yaitu 3,26 Å dan sudut difraksi 27,31°. Pencocokan hasil analisis XRD dengan *Software Search Match* diperoleh konstanta kisi yaitu  $a = b = 4,8915 \text{ \AA}$  dan  $c = 5,3885 \text{ \AA}$ , bidang difraksi 3,33 Å, sudut difraksi 27,29°, orientasi bidang [011] dan grup ruang P 32 21 (154). Berdasarkan hasil tersebut disimpulkan bahwa sampel teridentifikasi berbentuk fasa kuarsa dengan struktur Kristal trigonal (*heksagonal axes*).

**Kata Kunci: Metode purifikasi, SiO<sub>2</sub>, XRF, XRD, Software Search Match, sistem kristal heksagonal, konstanta kisi, grup ruang dan bidang difraksi.**

## LATAR BELAKANG

Keberadaan sumber daya alam dimuka bumi ini sangat melimpah. Potensi tersebut meliputi minyak, gas dan bahan-bahan mineral (Trisko, dkk., 2014). Salah satu bahan-bahan mineral alam yang sangat berpotensi untuk dikembangkan yaitu silika ( $SiO_2$ ).

Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul  $SiO_2$  (*Silikon Dioksida*) yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati, dan sintesis kristal. Salah satu senyawa silika mineral yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku silicon untuk pembuatan panel surya yaitu kuarsa. Untuk keperluan ini dibutuhkan silicon dengan kemurnian 99,999 % sebagai bahan baku sehingga diperlukan proses pengolahan pasir kuarsa menjadi silica murni (Stanitski, 2003).

Penelitian sebelumnya telah dilakukan tentang Sintesis Silika Pasir Alam Tuban dengan menggunakan Metode Purifikasi diperoleh hasil kemurnian 100% (Zainuri, 2013). Pada Tahun 2015, juga telah dilakukan penelitian Pemurnian dan Karakterisasi Senyawa  $SiO_2$  Berbasis Pasir Kuarsa dari Desa Pasir Putih Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso menggunakan Metode Kopresipitasi diperoleh kemurnian 97,69% (Metungku, 2015).

Untuk meningkatkan kemurnian dari pasir kuarsa Desa Pasir Putih Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso dilakukan penelitian menggunakan metode purifikasi (*leaching*). Hasil pemurnian pasir kuarsa tersebut selanjutnya diuji menggunakan XRF (*X-RayFlourescence*) untuk mengidentifikasi senyawa  $SiO_2$  dan XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk mengetahui struktur Kristal senyawa  $SiO_2$  meliputi sistem kristal, konstanta kisi, bidang difraksi, dan grup ruang.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pasir kuarsa yang berasal dari Desa Pasir Putih Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso. Pasir dicuci menggunakan air PDAM sebanyak 6 kali berturut-turut dan dikeringkan pada suhu udara normal serta diayak menggunakan ayakan 60 Mesh. Selanjutnya, pemisahan besi dari pasir tersebut menggunakan sebuah magnet.

Setelah proses pemisahan besi, selanjutnya dilakukan proses *milling* selama 2 jam. Dalam tahap *milling* menggunakan alat *ball milling* dimana *grinding ball* sebagai bola-bola yang akan memberikan beban dinamis guna menghancurkan pasir menjadi serbuk. Alat yang digunakan dalam proses *milling* yaitu *ball milling Kyngty Jewelry Machine KT-6808 MINI-TUMBLER*.

Serbuk pasir yang dihasilkan kemudian dimurnikan dengan menggunakan metode purifikasi. Pasir direndam menggunakan larutan HCl 2 M sebanyak 50 ml selama 12 jam. Kemudian dicuci menggunakan aquades hingga pH sampel kembali netral (pH 7) dan dikeringkan pada suhu udara normal hingga kadar air hilang. Hasil silica berwarna putih akan siap dikarakterisasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### XRF (X-Ray Fluorescence)

Hasil analisis XRF diperoleh bahwa persentase senyawa SiO<sub>2</sub> setelah pemurnian lebih tinggi dari sebelum dilakukan pemurnian, hal ini memperlihatkan bahwa metode purifikasi benar dapat meningkatkan kemurnian silika (SiO<sub>2</sub>), seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Hasil XRF (X-Ray Fluorescence) Pasir Kuarsa Sebelum Pemurnian (Original)

No.	Senyawa	Persentase Berat Weight (%)
1	SiO <sub>2</sub>	99,51
2	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,224
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0983
4	TiO <sub>2</sub>	0,0726
5	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0219
6	CaO	0,0192
7	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0141
8	MoO <sub>3</sub>	0,0107
9	ZrO <sub>2</sub>	0,0073

(Sumber: Hasil Penelitian dengan Menggunakan Alat Karakterisasi XRF

Laboratorium Terpadu Universitas Hasanudin)

Tabel 2 Hasil XRF (X-Ray Fluorescence) Pasir Kuarsa Setelah Pemurnian

No.	Senyawa	Presentase Berat Senyawa (%)
1	SiO <sub>2</sub>	99,51
2	TiO <sub>2</sub>	0,0726
3	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0219
4	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0141
5	MoO <sub>3</sub>	0,0107
6	ZrO <sub>2</sub>	0,0073
7	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,224
8	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0983
9	CaO	0,0192
10	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-

(Sumber: Hasil Penelitian dengan Menggunakan Alat Karakterisasi XRF Laboratorium Terpadu Universitas Hasanudin)

### XRD (X-Ray Diffraction)

Hasil karakterisasi XRD pada Gambar 1, terlihat bahwa sudut difraksi yang terbentuk berkisar antara 20° dan 100° sehingga menyebabkan terjadinya variasi *d-value* (Å). Hasil XRD dianalisis dengan *software Search Match* untuk melihat kesesuaian struktur kristal yang meliputi sistem kristal, konstanta kisi dan bidang difraksi (*d<sub>hkl</sub>*). Pada puncak grafik yang dihasilkan oleh senyawa SiO<sub>2</sub> berupa garis berwarna merah terdapat pada intensitas tertinggi yaitu 1000.

Data yang diperoleh hasil *software Search Match* dengan data XRD untuk

sudut difraksi dengan bidang difraksi mengalami pergeseran nilai sudut difraksi pada intensitas yang tertinggi yaitu  $27,29^\circ$  yang dapat dilihat pada Tabel 3. Intensitas 100% berada pada posisi  $2\theta = 26,61^\circ$  dan teridentifikasi fasa kuarsa (Munasir, 2010). Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa sampel tersebut teridentifikasi fasa kuarsa.

Hasil *Software Search Match* menunjukkan adanya kesesuaian dengan puncak-puncak karakter  $\text{SiO}_2$  pada bank data yang terdapat pada *software* tersebut yaitu diperoleh system Kristal trigonal (*heksagonal axes*). Dalam system kristalini, perbandingan konstanta kisi  $a = b \neq c$ , artinya system ini mempunyai sumbu Kristal dimana  $c$  tegak lurus sumbu  $a$  dan  $b$ , dan lebih panjang dari keduanya.

Hasil pencocokan data *software Search Match* diperoleh nilai indeks Miller yaitu [011] dan grup ruang dari struktur Kristal trigonal (*heksagonal axes*) yaitu P 32 21 (154).

Tabel 3 Hasil pencocokan data XRD pada *Search Match* berupa jarak bidang,  $2\theta$ , dan Struktur Kristal

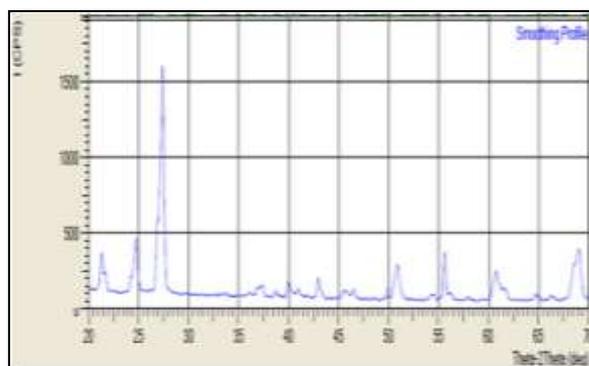
No.	Sampel	d-Value (Å)	2θ (°)	Struktur Kristal
1.	Setelah waktu milling 2 jam	3,33	27,29	Hexagonal axes

Tabel 4 Hasil pencocokan data XRD pada *Search Match* berupa unit seldan Indeks Miller

No.	Sampel	Konstanta Kisi		Indeks Miller
		a = b	c	
1.	Setelah waktu milling 2 jam	4,8915	5,3885	0 1 1

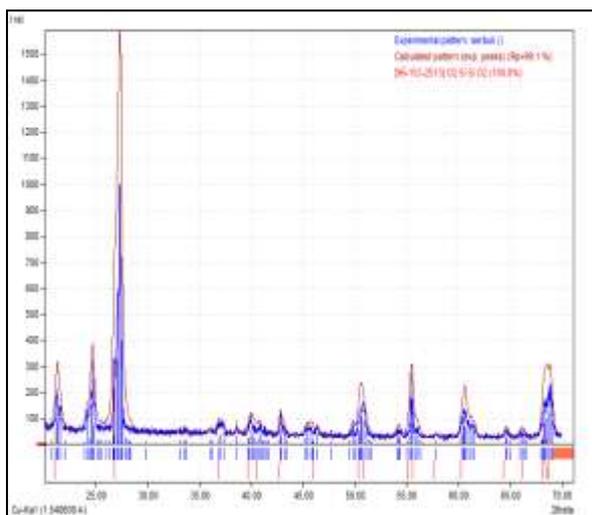
Tabel 5 Hasil XRD Serbuk Pasir kuarsa Setelah pemurnian HCl

d-value [Å]	Sudut [2θ]	Rel. Intensitas [%]
3,26234	27,3152	100
3,31658	26,8600	31
1,65344	55,5339	25



Gambar 1 Hasil XRD setelah pemurnian

Ket: sudut difraksi yang terbentuk berkisar antara  $20^\circ$  dan  $100^\circ$  sehingga menyebabkan terjadinya variasi  $d$ -value (Å). Hal ini disebabkan jarak antara bidang bergantung pada sudut difraksi ( $2\theta$ ).



Gambar 2 Grafik hubungan Intensitas terhadap sudut difraksi data Sampel Serbuk Pasir Kuarsa Setelah Pemurniaan HCl.

Ket: Garis biru merupakan sampel serbuk, garis merah merupakan data hasil Bank data Search Match.

### Analisis Perhitungan Secara Teori

Hasil pengidentifikasian  $\text{SiO}_2$  membuktikan bahwa pasir kuarsa hasil XRD dan pencocokkan dengan *software Search Match* merupakan pasir kuarsa dengan sistem kristal trigonal maka dilakukan

perbandingan melalui perhitungan secara teori menggunakan persamaan 1 dan 2 sehingga perhitungan jarak antar bidang dan  $d_{hkl}$  pada kristal heksagonal menggunakan persamaan 3, sebagai berikut:

$$a = b = \frac{\lambda}{\sqrt{3}\sin\theta} \sqrt{h^2 + hk + k^2} \quad 1$$

$$c = \frac{\lambda}{2 \sin\theta} l \quad 2$$

$$\frac{1}{d^2} = \frac{4}{3} \left( \frac{h^2 + hk + k^2}{a^2} \right) + \frac{l^2}{c^2} \quad 3$$

Pengidentifikasian sampel tersebut diperoleh beberapa hasil yaitu nilai sudut difraksi sebesar  $27,29^\circ$ . Bidang difraksi hasil data XRD yaitu sebesar  $3,26\text{\AA}$ , hasil *software Search Match*  $3,33\text{\AA}$  dan hasil perhitungan teori hampir mendekati nilai XRD dan *software Search Match* yaitu  $3,33\text{\AA}$  sedangkan untuk nilai konstanta kisi hasil pencocokkan dengan *software Search Match* diperoleh  $a = 4,8915\text{\AA}$   $c = 5,3885\text{\AA}$  dan hasil perhitungan teori  $a = 3,7703\text{\AA}$   $c = 3,2652\text{\AA}$ . Berdasarkan nilai data tersebut benar bahwa sampel pasir kuarsa yang teridentifikasi hasil XRD bersesuaian dengan hasil *software Search Match* dan memiliki perbedaan sedikit pada hasil perhitungan teori.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Fisika Universitas Hasanuddin pada Laboratorium Penelitian Terpadu yang telah mengijinkan penggunaan alat XRD dan XRF pada penelitian ini.

Tabel 6 Perbandingan hasil XRD, *Search Match*, dan perhitungan teori

Sampel	<i>d-Value</i> (Å)			Konstanta kisi		I
	Hasil XRD	<i>Search Match</i>	Perhitungan teori	Search Match	Perhitungan Teori	
1	3,26	3,33	3,33	a =b= 4,8915 c=5,3885	a =b= 3,7703 c=3,2652	100

## DAFTAR PUSTAKA

Metungku, N. A., 2015, *Pemurnian dan Karakterisasi Senyawa SiO<sub>2</sub> Berbasis Pasir Kuarsa dari Desa Pendolo Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso*. Universitas Tadulako.

Stanitski, C. L., Eubanks, L. P., Middlecamp, C. H., dan Pienta, N. J., 2003, *Chemistry in Context Applying Chemistry to Society 4<sup>th</sup> ed*. New York: Mc-Graww-Hill.

Trisko, N., Hastiawan, I., dan Eddy, D. R. (2014). Penentuan Kadar *Silika* dari Pasir Limbah Pertambangan dan Pemanfaatan Pasir Limbah Sebagai Bahan Pengisi Bata Beton. Di dalam: *Pemanfaatan Sains dan Teknologi Nuklir di Bidang Kesehatan, Lingkungan dan Industri untuk Pembangunan Berkelanjutan. Prosiding Seminar Nasional dan Teknologi Nuklir* (hal 190-196). Bandung: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Panjdajaran Jatinangor.

Zainuri, M., 2013, *Ekstraksi Dan Sintesis Nanosilika Berbasis Pasir Bancar Dengan Metode Basah*. Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA), e-ISSN: 2477-1775, p-ISSN: 2087-9946, 3(2).